

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт Юргинский технологический
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
Профиль Защита в чрезвычайных ситуациях
Отделение Техносферной безопасности

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Оценка риска и расчёт последствий аварии на гидротехническом сооружении золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод»

УДК 614.8:627.8.034:624.137:621.311.22(571.17)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-17Г40	Кальмай Наталья Анатольевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОТБ	Мальчик А.Г.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЦТ	Лизунков В.Г.	к.пед.н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОТБ	Луговцова Н.Ю.	к.т.н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Спец. по УМР	Журавлев В.А.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
И.о. руководителя ОТБ	Солодский С.А.	к.т.н.		

Юрга – 2019 г.

**Планируемые результаты обучения по основной образовательной программе
направления 20.03.01 – Техносферная безопасность**

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания, достаточные для комплексной инженерной деятельности в области техносферной безопасности.
P2	Применять базовые и специальные знания в области техносферной безопасности для решения инженерных задач.
P3	Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с организацией защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей, осуществлять надзорные и контрольные функции в сфере техносферной безопасности.
P4	Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретацию полученных данных, на этой основе разрабатывать технику и технологии защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера в соответствии с техническим заданием и с использованием средств автоматизации проектирования.
P5	Использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов, знания по охране труда и охране окружающей среды для успешного решения задач обеспечения техносферной безопасности.
P6	Обоснованно выбирать, внедрять, монтировать, эксплуатировать и обслуживать современные системы и методы защиты человека и природной среды от опасностей, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья, безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды.
	Универсальные компетенции
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности.
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.
P10	Демонстрировать знания правовых, социальных, экономических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности.
P11	Демонстрировать способность к самостоятельной работе и к самостоятельному обучению в течение всей жизни и непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ
 ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт	Юргинский технологический институт
Направление	Техносферная безопасность
Профиль	Защита в чрезвычайных ситуациях
Отделение	Техносферной безопасности

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. руководителя ОТБ

_____ С.А. Солодский

«__» _____ 2019 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-17Г40	Кальмай Наталья Анатольевна

Тема работы:

Оценка риска и расчёт последствий аварии на гидротехническом сооружении золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№12/С от 31.01.2019г.

Срок сдачи студентами выполненной работы:	08.06.2019г.
---	--------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Структура ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» Объем накопителя золошлаковых отходов: общий 2100 тыс. м ³ (при отметке гребня дамбы 133,0 м); полезный 1900 тыс. м ³ (при отметке заполнения ёмкости 132,5 м). Запас оставшейся вместимости золоотвала при существующем положении ГТС и отметке заполнения накопителя 132,5 м составляет примерно 200 тыс. м ³ . Состояние ГТС характеризуют три группы факторов: 1. Влияние окружающей среды, природных процессов. 2. Конструктивные особенности и фактическое состояние сооружений. 3. Размер вероятного вреда в случае возникновения аварии.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. изучить литературные источники по вопросам определения и оценки риска потенциально опасных объектов; 2. провести анализ аварийных ситуаций на ГТС

	золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод»; 3. оценить степень риска возникновения аварии на ГТС ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод»; 4. рассчитать последствия аварии по сценарию – разрушение (проран) основной дамбы золоотвала вследствие перелива воды через гребень в период весеннего или ливневого паводка.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент ОЦТ Лизунков Владислав Геннадьевич
Социальная ответственность	ассистент ОТБ Луговцова Наталья Юрьевна
Нормоконтроль	Специалист по УМР Журавлев В.А.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	07.02.2019г.
---	--------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОТБ	Мальчик А.Г.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-17Г40	Кальмай Наталья Анатольевна		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 92 с., 1 рис., 50 формул, 22 табл., 56 источников.

Ключевые слова: гидротехническое сооружение, потенциально опасный объект, гидрозолоудаление, золоотвал, гидродинамическая авария, оценка риска, расчёт последствий аварии.

Объектом исследования является гидродинамическое сооружение золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод».

Цель работы – оценка риска и расчёт последствий аварии на гидротехническом сооружении золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод».

В процессе исследования проводились расчёты по оценке риска на гидротехническом сооружении золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод».

В результате исследования провели расчёт зон затопления при гидродинамической аварии по сценарию – разрушение (проран) основной дамбы золоотвала в сечении II-II вследствие перелива воды через гребень в период весеннего или ливневого паводка.

Report

Final qualifying work 92 pages, 1 figure, 50 equations, 22 tables, 56 sources.

Keywords: potentially dangerous object, ash disposal area, hydrodynamic accident, risk estimation, calculation of consequences of accident.

A research object is hydrodynamic building of ash disposal area of ТЭЦ LTD «Юргинский машзавод».

An aim of work is a risk estimation and calculation of consequences of accident on hydrotechnical building of ash disposal area of ТЭЦ LTD «Юргинский машзавод» for development of ПЛАС.

In the process of research was conducted an evaluation of a risk on hydrotechnical building.

As a result of research conducted by the calculation of flood zones at a hydrodynamic accident on a destruction situation of basic ash disposal dike at the cross section II-II due to the overflow of water through the ridge during the spring or stormwater flood.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ Шум. Общие требования.

ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ Воздух рабочей зоны. Общие санитарно – гигиенические требования.

ГОСТ 12.1.007-76 Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ Вибрация. Общие требования безопасности.

ГОСТ 13822-74 Светильники. Виды освещения.

ГОСТ Р22.0.02-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

ГОСТ Р3112194-0366-03 Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте.

Обозначения и сокращения

ПЛАС – план ликвидации и локализации аварийной ситуации;

ГТС – гидротехническое сооружение;

ГЗУ – система гидрозолаудаления;

ТЭЦ – теплоэлектроцентраль;

ППР – плоскость предельного размыва;

СОВ – станция осветленной воды;

УЭК – Управление экологического контроля.

Оглавление

Введение	10
1 Обзор литературы	12
1.1 Мероприятия и рекомендации по снижению риска аварий на ТЭЦ	15
1.2 Общие меры по обеспечению безопасности на ГТС	17
1.3 Возможные источники опасности для ГТС	17
2 Объект и методы исследования	20
2.1 Характеристика района (площадки) расположения ГТС	21
2.2 Общая характеристика природно-климатических условий района расположения ГТС	21
2.3 Характеристика ГТС и описание условий эксплуатации	25
2.4 Информация о гидротехнических сооружениях, входящих в комплекс обследуемого золоотвала ТЭЦ	29
2.5 Характеристика оборудования, используемого при сжигании твёрдого топлива	29
2.6 Сведения о материалах и параметрах основных элементов ГТС	31
2.7 Общие меры по обеспечению эксплуатационной надежности и безопасности ГТС	32
3 Результаты расчета и описание аварии по принятым сценариям	35
3.1 Оценка степени опасности аварии на ГТС	35
3.2 Параметры, необходимые для расчета и оценки последствий гидродинамической аварии	37
3.3 Расчет гидродинамических параметров потока	39
3.4 Результаты расчетов	39
3.5 Результаты оценки последствий аварии ГТС	45
3.6 Оценка степени риска ГТС золоотвала	46
3.7 Интегральная оценка риска аварий ГТС	47
3.8 Интегральная оценка уязвимости аварии ГТС	49

3.9 Интегральная оценка риска аварии ГТС	50
3.10 План ликвидации аварии и мероприятия по спасению (эвакуации) людей, застигнутых аварией	51
3.11 Оперативная часть плана ликвидации аварий	56
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	58
4.1 Расчет размера вероятного вреда в случае аварии	58
4.2 Оценка экономического ущерба при возникновении чрезвычайной ситуации на гидротехническом сооружении. Расчет затрат на локализацию аварии и ликвидацию ее последствий	58
4.3 Ущерб земельным ресурсам	65
4.4 Показатели воздействия волны прорыва на человека и окружающую среду	66
4.5 Результаты проведенных в разделе расчетов	71
5 Социальная ответственность	73
5.1 Описание рабочей зоны насосной станции на предмет возникновения вредных и опасных факторов	73
5.2 Анализ выявленных вредных факторов производственной среды	74
5.3 Расчет общего искусственного освещения помещения насосной станции	77
5.4 Анализ выявленных опасных факторов производственной среды	80
5.5 Технические мероприятия, направленные на защиту работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов	82
5.6 Правила техники безопасности при обслуживании системы гидрозолоудаления, золошлакоотвала, системы оборотного водоснабжения	83
5.7 Безопасность при эксплуатации золошлакоотвала	84
Заключение	87
Список используемых источников	88
Приложение А	93

Введение

Жизнедеятельность человека направлена на преобразование природы и создание комфортной искусственной среды обитания. Развитие науки, техники и технологии вызывает непредвиденные последствия. Побочные результаты научно-технического прогресса создают серьезные угрозы жизни и здоровью, состоянию генетического фонда людей. Увеличилось вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера [1].

Катастрофа – крупная авария, повлекшая за собой человеческие жертвы, значительный материальный ущерб и другие тяжелые последствия.

Техногенные катастрофы по числу погибших находятся на третьем месте среди всех видов стихийных бедствий. Технический прогресс существенно повышает риск трагедий.

Техногенные катастрофы имеют начало, но не имеют окончания, они совершенно непредсказуемы, а степень ущерба после них не уменьшается с годами, поскольку негативные факторы продолжают действовать в среде еще многие годы.

За последние десятилетия в мире случились сотни техногенных катастроф. Некоторые из них имели глобальное воздействие на окружающую среду и человека [2].

Техногенная безопасность – это состояние защищенности жизненно важных интересов людей, объектов экономики от воздействий и последствий чрезвычайных ситуаций техногенного характера.

Аварии и катастрофы на потенциально опасных объектах ежегодно уносят десятки тысяч жизней и требуют не только экстренных мер по их ликвидации, но, главное, знаний и умений каждого, решительных и осмысленных действий руководящего состава всех уровней в сложившихся чрезвычайных ситуациях [3].

В настоящее время в Российской Федерации функционируют более 30 тысяч гидротехнических сооружений (ГТС) и других объектов энергетической отрасли. Большая часть их представляет не только экономическую, оборонную и социальную значимость для страны, но и потенциальную опасность для здоровья и жизни населения, а также окружающей природной среды [4]

Анализ и оценка опасностей возможных аварий на потенциально опасных объектах техносферы является одной из ключевых проблем промышленной безопасности.

Целью работы является оценка риска и расчёт последствий аварии на ГТС золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» по сценарию – разрушение (проран) основной дамбы золоотвала в сечении II-II вследствие перелива воды через гребень в период весеннего или ливневого паводка.

Задачи данной работы:

- изучить литературные источники по вопросам определения и оценки риска потенциально опасных объектов;
- провести анализ аварийных ситуаций на ГТС золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод»;
- оценить степень риска возникновения аварии на ГТС ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод»;
- рассчитать последствия аварии по сценарию – разрушение (проран) основной дамбы золоотвала вследствие перелива воды через гребень в период весеннего или ливневого паводка.
- рассчитать затраты на ликвидацию аварии на ГТС золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод».

1 Обзор литературы

В настоящее время обеспечение безопасности ГТС в Российской Федерации является серьезной проблемой, возникшей вследствие нерешенности комплекса правовых и финансовых вопросов. Гидротехнические сооружения являются объектами повышенного риска, их строительство и эксплуатация всегда связаны с нежелательными эффектами для окружающей среды и человека.

Вопрос безопасности ГТС является актуальным для всех стран мира в связи с потенциальной опасностью возникновения крупных аварий и техногенных чрезвычайных ситуаций в результате отказов и неисправностей [5].

Гидротехническое сооружение – народнохозяйственный объект, находящийся на или вблизи водной поверхности и предназначенный для использования водных ресурсов в человеческих целях, а также для борьбы с разрушительным воздействием водной стихии на жизнедеятельность человека [6].

По своему назначению гидротехнические сооружения подразделяются на водоподпорные (плотины, дамбы и т. п.), водопроводящие (каналы, трубопроводы, тоннели и др.), регуляционные (полузапруды, ограждающие валы и т. п.), водозаборные, водосбросовые и специальные (здания гидроэлектростанций (ГЭС), шлюзы, судоподъемники и др.).

В настоящее время на территории Российской Федерации эксплуатируется более 30 тыс. водохранилищ и несколько сотен накопителей промышленных стоков и отходов. Имеется около 60 крупных водохранилищ ёмкостью более 1 млрд. м³.

К основным потенциально опасным ГТС относятся плотины, водозаборные и водосбросовые сооружения и шлюзы [6].

Гидродинамические аварии на указанных сооружениях могут привести к катастрофическим последствиям, так как все эти ГТС располагаются, как правило, в черте или выше крупных населенных пунктов и являются объектами повышенного риска. Возникновение гидродинамической аварии на таком объекте может привести к катастрофическому затоплению обширных территорий и образованию зоны катастрофического затопления [6].

Разрушение (прорыв) гидротехнических сооружений происходит в результате действия сил природы или воздействия человека, а также из-за конструктивных дефектов или ошибок проектирования.

Гидродинамическая авария – это чрезвычайное событие, связанное с выводом из строя (разрушением) ГТС или его части и неуправляемым перемещением больших масс воды, несущих разрушения и затопление обширных территорий.

Гидродинамически-опасный объект – сооружение или естественное образование, создающее разницу уровней воды до и после него.

Последствиями гидродинамических аварий являются:

- повреждение и разрушение гидроузлов и кратковременное или долговременное прекращение выполнения ими своих функций;
- поражение людей и разрушение сооружений волной прорыва, образующейся в результате разрушения гидротехнического сооружения;
- катастрофическое затопление обширных территорий слоем воды от 0,5 до 10 м и более [7].

Последствия аварий на гидродинамических сооружениях могут сопровождаться побочными явлениями. В зоне катастрофического затопления могут оказаться опасные производственные объекты (химические, взрывопожароопасные), аварии на которых усугубят обстановку. Кроме того, в зоне катастрофического затопления нарушается работа системы водоснабжения, канализации, сливных коммуникаций. Все это создает неблагоприятную санитарно-эпидемическую обстановку и способствует появлению массовых инфекционных заболеваний [8].

Аварии, произошедшие во многих странах, стимулировали принятие законодательных мер по безопасности плотин, включающих постоянные наблюдения за состоянием объектов, контроль за соблюдением норм и правил эксплуатации, выявление и устранение повреждений, выполнение в срок профилактических ремонтов, проведение регулярных инспекций [5].

В 1997 году в нашей стране был принят Федеральный закон «О безопасности гидротехнических сооружений (с изменениями от 28 декабря 2013 года)», который регулирует отношения, возникающие при осуществлении деятельности по обеспечению безопасности при проектировании, строительстве, капитальном ремонте, эксплуатации, реконструкции, консервации и ликвидации гидротехнических сооружений, устанавливает обязанности органов государственной власти, собственников ГТС и эксплуатирующих организаций по обеспечению безопасности ГТС. Обязательным является выполнение диагностического контроля за состоянием ГТС с применением современной контрольно-измерительной аппаратуры и компьютерных систем мониторинга [9].

Безопасность ГТС – это комплексный показатель, включающий в себя как технические, так и социальные, экономические и экологические аспекты. Поэтому проектирование, строительство и эксплуатация ГТС должны осуществляться при обеспечении всех этих составляющих безопасности. Всё больше внимания уделяется социальным (здоровье населения) и природоохранным аспектам обеспечения безопасности ГТС [10].

В последнее время в России отмечена общая тенденция к наделению собственников плотин правом осуществлять мониторинг их состояния, проводить соответствующие инспекции и осмотры. Все большее значение находит комплексный подход к обеспечению безопасности плотин с учетом всех жизненных циклов плотины. Это означает, что вопросы обеспечения безопасности должны учитываться собственниками плотин при проектировании, строительстве, вводе в эксплуатацию, эксплуатации, реконструкции, восстановлении, консервации и ликвидации этих объектов.

С нашей точки зрения, все методы обеспечения безопасности ГТС эффективны, но для более эффективного контроля состояния необходимо комплексное использование всех мероприятий и систем обеспечения безопасности ГТС во избежание аварийных ситуаций.

1.1 Мероприятия и рекомендации по снижению риска аварий на ТЭЦ

Топливо-энергетический комплекс (ТЭК) является важнейшей структурной составляющей экономики России, одним из ключевых факторов обеспечения функционирования производительных сил и жизнедеятельности населения страны. Он оказывает существенное влияние на формирование бюджета страны, обеспечивает более половины ее экспортного потенциала. Важным компонентом ТЭК является система энергоснабжения промышленного региона. Система энергоснабжения промышленного региона объединяет промышленные предприятия, объекты коммунального хозяйства, электрифицированный транспорт и другие системы функционирования предприятий и жизнеобеспечения населенных мест. Для большинства городов и населенных пунктов Российской Федерации важной составляющей региональной энергетической системы являются тепло-генерирующие объекты, обеспечивающие теплоснабжение потребителей в период низких температур наружного воздуха. Основным компонентом централизованной системы теплоснабжения являются теплоэлектроцентрали (ТЭЦ).

Важным аспектом устойчивого функционирования и развития промышленного региона является обеспечение энергетической безопасности. Под энергетической безопасностью понимается защищённость городского сообщества от внутренних и внешних угроз полного или частичного разрушения энергообеспечения среды обитания, объектов и сфер жизнедеятельности населения, как в штатных, так и в чрезвычайных ситуациях. Обеспечение энергетической безопасности города, достигается

системой гарантированных поставок топлива, устойчивой работой теплогенерирующих объектов и городского сетевого хозяйства.

В современных условиях одной из значимых составляющих энергетической безопасности становится экологическая безопасность, направленная на снижение вредного воздействия на окружающую среду энергетических систем и комплексов.

Как правило, теплоэлектроцентрали размещены в непосредственной близости от потребителей тепла – в промышленных зонах или пригородах практически всех областных центров России. Данный факт, а в большинстве случаев и отсутствие санитарно-защитных зон, определяет быстроту воздействия поражающих факторов при авариях на потенциально опасных составляющих ТЭЦ, что ведёт к увеличению социальных и индивидуальных рисков для населения. Поэтому вопрос её промышленной безопасности имеет первостепенное значение не только для экономики, но и для населения и экологии.

Промышленная безопасность опасных производственных объектов – это состояние защищенности жизненно-важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий указанных аварий [11].

Функционирование энергонасыщенных опасных производственных объектов (в нашем случае ТЭЦ) всегда сопряжено с риском разрушительного высвобождения собственного запаса топлива, что может привести к потерям материальных ценностей, гибели людей и окружающей природной среды, поэтому на всех потенциально-опасных объектах проводится оценка реализации возможных ЧС и связанных с ними ущербов.

Регулирование промышленной безопасности производит Госгортехнадзор России путем внедрения обязательных для каждого промышленно-опасного объекта процедур страхования ответственности, декларирования и экспертизы промышленной безопасности, регистрации опасных производственных объектов в государственном реестре, и ряд других

элементов, связанных с получением, накоплением, анализом, систематизацией, хранением и использованием больших объемов информации об опасных производственных объектах и эксплуатирующих их организациях.

То есть на каждом производственно-опасном объекте необходимо проводить следующие основополагающие мероприятия по обеспечению промышленной безопасности:

- идентификацию опасных объектов, расположенных на его территории;
- страхование гражданской ответственности организации, эксплуатирующей опасный производственный объект за возможность причинения вреда окружающей среде в случае аварии на объекте;
- анализ рисков возникновения аварий и связанных с ними возможных ущербов.

1.2 Общие меры по обеспечению безопасности на ГТС

Общими мерами по обеспечению эксплуатационной надежности и безопасности ГТС являются наличие на объекте подразделения охраны и технических систем обнаружения несанкционированного проникновения на территорию, системы физической защиты.

Безопасность и надежность эксплуатации ГТС обеспечивается: проведением систематического контроля его состояния, выполнением мероприятий, рекомендованных комиссиями по обследованию ГТС, проведением обследований состояния ГТС в предаводковый период.

1.3 Возможные источники опасности для ГТС

При разрушении подпорных гидротехнических сооружений в зоне прохождения волны прорыва причиняется огромный вред населению, хозяйственным объектам и природе. Особую опасность представляют прорывы сооружения напорного фронта накопителей промышленных отходов, которые

могут привести к загрязнению местности радиоактивными, токсичными и другими вредными веществами.

Основная цель всех работ, производимых на стадиях проектирования, строительства и эксплуатации напорных ГТС, заключается в том, чтобы исключить возможность прорыва напорного фронта с катастрофическими последствиями. Тем не менее, риск аварий на ГТС неизбежен и подлежит оценке, анализу и регулированию.

В подавляющем большинстве случаев прорыв напорного фронта происходит в результате разрушений плотин и дамб из грунтовых материалов. К числу основных причин, которые могут вызвать разрушения грунтовых плотин, относятся:

- стихийные бедствия – землетрясения, ураганы, горные обвалы, наводнения, ливни, сели и др.;

- недостаточный объем исследовательских работ, и неправильная оценка инженерно-геологических, гидрологических, климатических условий строительства;

- ошибки в проектировании, некачественное производство работ (особенно при строительстве сравнительно небольших сооружений, когда не обеспечен должный геотехнический контроль с участием инженеров-гидротехников);

- неправильная эксплуатация сооружения;

- низкая квалификация эксплуатационного персонала, отсутствие или недостаточный объем мероприятий по обеспечению готовности объекта к локализации и ликвидации аварийной ситуации;

- отсутствие своевременных ремонтных работ [12].

Стоит отметить, что крупные гидродинамические аварии случаются не так уж редко и причины этих аварий так же различны. Чаще всего, такие аварии случаются из-за природных катаклизмов, но не стоит и исключать человеческий фактор.

Безопасность гидротехнических сооружений – это комплексный показатель, включающий в себя как технические, так и социальные, экономические и экологические аспекты. Поэтому проектирование, строительство и эксплуатация ГТС должны осуществляться при обеспечении всех этих составляющих безопасности. Все больше внимания уделяется социальным (здоровье населения) и природоохранным аспектам обеспечения безопасности гидросооружений [13].

В последнее время в России отмечена общая тенденция к наделению собственников плотин правом осуществлять мониторинг их состояния, проводить соответствующие инспекции и осмотры. Все большее значение находит комплексный подход к обеспечению безопасности плотин с учетом их всех жизненных циклов. Это означает, что вопросы обеспечения безопасности должны учитываться собственниками плотин при проектировании, строительстве, вводе в эксплуатацию, эксплуатации, реконструкции, восстановлении, консервации и ликвидации этих объектов.

2 Объект и методы исследования

В 1976 году Томским отделением института «Теплоэлектропроект» было выполнено технико-экономическое обоснование (ТЭО) золоотвала с оборотной системой гидрозолоудаления (ГЗУ).

В ТЭО рассматривалось создание золоотвального хозяйства в два этапа.

Первый – наращивание дамбы существующего золоотвала для возможности складирования золошлаков и строительство оборотной системы ГЗУ.

Второй – организация золоотвала № 2 на площади № 1.

ТЭО золоотвала было утверждено с условием проектирования в два этапа.

В 1977 году был выполнен техно-рабочий проект по первому этапу наращивания золоотвала № 1 и создание оборотной системы ГЗУ.

По выданной документации построены все сооружения и коммуникации, кроме промывки трубопроводов (от обрастания солями калия) смесью воды с дымовыми газами.

Так как новый золоотвал невозможно построить к моменту заполнения оставшейся емкости существующего золоотвала, в данной работе предусматривается дополнительное наращивание существующего золоотвала № 1 на 2,7 м с созданием емкости на 3 года работы теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), обеспечивающего строительство и пуск золоотвала № 2.

Грунт на отсыпку дамб золоотвалов разрабатывается в ложе золоотвала № 2.

В проекте также предусмотрена разработка грунта в объеме 200 тысяч м³ (остающегося в ложе золоотвала от отсыпки дамб) и укладка его на месте будущей дамбы наращивания. Это позволяет уменьшить стоимость будущего наращивания золоотвала (использовать местные грунты, а не возить

их с дальнего расстояния) и одновременно увеличить емкость золоотвала на 1,5 – 2 года работы ТЭЦ.

2.1 Характеристика района (площадки) расположения ГТС

Гидротехнические сооружения золоотвала оборотной системы гидрозолоудаления (ГЗУ) ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» расположены на северо-западной окраине города Юрги, в двух километрах северо-западнее от площадки ТЭЦ предприятия, на высокой левобережной террасе реки Томь, рядом с долиной ручья Березовый лог, вытянуты с запада на восток и предназначены для аккумуляции и очистки сточных вод с ТЭЦ, с последующей подачей их в оборотную систему ГЗУ.

С западной стороны золоотвала проходит автодорога Юрга – деревня Талая; с восточной, на расстоянии 50 – 250 м от ограждающей дамбы золоотвала, расположена насыпь под железную дорогу на Кулаковский карьер; у юго-восточного угла рассматриваемого накопителя находится недействующий шлаконакопитель абразивного завода.

2.2 Общая характеристика природно-климатических условий района расположения ГТС

Климат района расположения ГТС золоотвала ТЭЦ резко континентальный. Зима холодная, продолжительная; лето короткое, жаркое. Основные климатические параметры рассматриваемого района расположения золоотвала следующие:

- продолжительность морозного периода – 175 суток при средней температуре воздуха минус 12 °С.
- среднегодовое количество осадков – 429 мм, средняя высота снежного покрова до 0,83 м.

- абсолютная минимальная температура воздуха – минус 50 °С;
абсолютная максимальная температура воздуха – плюс 30 °С;

- преобладающее направление ветров – южное (зимой) и юго-восточное (летом); максимальная скорость ветра 20 м/с;

- нормативная глубина сезонного промерзания грунтов 2 м.

Геоморфологически площадка расположения ГТС золоотвала ТЭЦ приурочена к поверхности древней эрозионно-аккумулятивной террасы реки Томь, осложненной глубинными эрозионными врезами долины ручья Березовый лог и его притоками. Северо-восточный склон долины крутой, противоположный – более пологий. Абсолютные отметки рассматриваемого участка колеблются в пределах от 110 до 140 м.

В районе расположения ГТС из физико-геологических процессов отмечается просадочность верхней части покровных глинистых отложений и сезонное промерзание грунтов.

В результате разрушения за автодорогой закрытого железобетонного коллектора, в нижнем бьефе восточного участка ограждающей дамбы золоотвала образовался техногенный овраг.

ГТС золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» для регулирования расхода поверхностных водотоков не предназначена.

В трехсот метрах от золоотвала с восточной его стороны протекает река Юргинка – левый приток реки Томь. Русло реки Юргинка извилистое (коэффициент извилистости 1,3), хорошо выраженное; водосборная площадь 7,44 км²; длина 11,5 км; средняя ширина 0,7 м; средняя глубина 0,08 м; уклон 0,008; расход воды 95 % составляет 0,15 м³/с; средняя скорость течения 0,07 м/с; среднегодовой сток 4,73 млн. м³.

Река Томь – правый приток реки Оби бассейна Карского моря, берет начало на западных склонах Абаканского хребта. Устье реки расположено в 65 км ниже г. Томска. Общая длина реки Томи 839 км, протяженность участка реки в пределах Кемеровской области 596 км. Река Томь по характеру водного режима относится к большим рекам с весенне-летним половодьем и паводками

в теплое время года. Для режима Томи свойственно не только высокое весеннее половодье, связанное с таянием снега, но и резкие подъемы уровня в периоды обильных дождей в горах. Средний годовой расход реки составляет около $950 \text{ м}^3/\text{с}$; годовой расход 95 % обеспеченности $680 \text{ м}^3/\text{с}$; минимальный расход воды 95 % обеспеченности $61,7 \text{ м}^3/\text{с}$ (зимняя межень) и $185 \text{ м}^3/\text{с}$ (летне-осенняя межень).

В геологическом строении площадки расположения золоотвала ТЭЦ принимают участие четвертичные отложения, представленные аллювиальными суглинками (суглинок темно-бурого цвета, от тяжелого до легкого, пылеватый, от тугопластичной до текучепластичной консистенции, с примесью органики), подстилаемыми гравийно-галечниковым грунтом. На отдельных участках в основании восточного участка ограждающей дамбы золоотвала залегает почвенно-растительный слой. По дну лога с поверхности залегает разложившийся торф, мощностью от 0,6 м до 2,05 м, ниже которого залегают иловатые суглинки (суглинки голубовато-серого цвета влажные и обводненные от мягкопластичной до текучепластичной консистенции), на отдельных участках с примесью гальки до 10 %.

Площадка золоотвала ТЭЦ расположена на территории, в пределах которой подземные горные работы не проводились и их проведение не планируется.

Нормативная глубина промерзания грунтов на площадке расположения ГТС – 2,2 м.

Расчетная интенсивность сейсмических воздействий для района расположения ГТС золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» (по пункту – г. Юрга), принятая для средних грунтовых условий составляет 6 баллов по шкале MSK-64 с 10 % вероятностью превышения указанного значения в течение 50 лет [14].

Оползневых и селевых явлений в районе расположения ГТС не наблюдалось.

В гидрогеологическом отношении в пределах рассматриваемой площадки выделены следующие водоносные горизонты:

- в верхней выветрелой зоне пород, на глубине 20 – 120 м развиты трещинные воды (мощностью 20 – 80 м); воды напорные, в долинах рек воды данного водоносного горизонта дренируют источники с малым дебитом (доли литра в секунду);

- в песчано-галечниковых отложениях на глубине от 6 м до 15 м прослеживается водоносный горизонт со свободной поверхностью (мощностью от 1 до 6 м).

Кроме того, в процессе эксплуатации ГТС золоотвала ТЭЦ на площадке его расположения развился водоносный горизонт грунтовых вод в естественных глинистых грунтах и техногенных зольных отложениях. Данный водоносный горизонт безнапорный, формируется в результате инфильтрации атмосферных осадков и гидравлической связи с поверхностной технической водой из золоотвала. Разгрузка грунтовых вод осуществляется в местную гидросеть.

Глыбово-щебенистый грунт с заполнителем из гравелистого песка до 50 %; по степени морозоопасности грунт относится к слабопучинистым. Грунты, слагающие восточный участок ограждающей дамбы золоотвала, обладают высокой степенью их водонасыщения. На участке центральной части рассматриваемой дамбы выделена зона с повышенной фильтрационной способностью.

Злокошляковый материал заполняет ложе золоотвала № 1 слоем толщиной от 3 до 10 м, часть слоя покрыта водой отстойного пруда, часть обнажается на поверхность в пределах надводного откоса намыва (пляж).

По зерновому составу зола, в основном, аналогична пескам пылеватым.

Плотность золы составляет 1,46 г/см³, плотность сухой золы составляет 0,78 г/см³, коэффициент пористости – 3,34, степень влажности – 1, содержание органики – 0,19 %.

В качестве неблагоприятного фактора следует отметить высокую неравномерность слоя золы по плотности и сжимаемости.

Отсыпку наращиваемой ограждающей дамбы желательно производить на сухое золошлаковое основание.

В качестве материала для строительства ограждающих дамб золоотвалов № 1 и № 2 рекомендуется местный грунт-суглинок из ложа золоотвала № 2, необходимая потребность в объеме 600 тысяч м³ обеспечивается, качество грунта удовлетворяет техническим требованиям [15].

2.3 Характеристика ГТС и описание условий эксплуатации

ГТС золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» являются сооружениями III класса, которые предназначены для транспортирования, аккумуляции и очистки сточных вод, образующихся в системе ГЗУ ТЭЦ предприятия, с последующей подачей их в оборотную систему.

В составе ГТС золоотвала ТЭЦ следующие сооружения: золоотвал (ёмкость, ограждающая дамба); золошлакопроводы и водоводы, водозаборные и водосбросные сооружения; нагорная канава, сопряжённая с закрытым коллектором; багерная насосная станция и насосная станция осветлённой воды.

Золоотвал – намывной, овражно-косогорного типа, односекционный; предназначен для очистки сточной воды с ТЭЦ и накопления твёрдого осадка (зола, шлак), образующегося в процессе сжигания твёрдого топлива.

Объём накопителя: общий 2100 тыс. м³ (при отметке гребня дамбы 133,0 м); полезный 1900 тыс. м³ (при отметке заполнения ёмкости 132,5 м). Запас оставшейся вместимости золоотвала при существующем положении ГТС и отметке заполнения накопителя 132,5 м составляет примерно 200 тыс. м³.

В юго-восточной части золоотвала создан пруд (бассейн) осветлённой воды путём отсыпки в его ёмкости разделительной дамбы из шлака.

Ограждающая дамба – насыпная, грунтовая, талая, неоднородная. Насыпной грунт тела восточного участка дамбы представлен двумя разностями

– глинистой и крупно-обломочной. Основная часть дамбы представлена суглинком пылеватым, в основном твёрдым и полутвёрдым, значительно реже туго-мягкопластичной консистенции (в основном приурочен к нижней части дамбы), с примесью органики. На контакте гребня дамбы I очереди наращивания и основания дамбы II очереди наращивания залегает слой гравийно-галечникового грунта. Дамба II очереди наращивания отсыпана на золошлаковое основание; сложена суглинком лессовым, от мягкопластичной до текущей консистенции, высокопористым, с повышенной сжимаемостью, с примесью органики. На отдельных участках гребня дамбы II очереди наращивания имеется гравийно-галечниковый грунт. Насыпной грунт упорной призмы со стороны низового откоса восточного участка ограждающей дамбы золоотвала представлен отходами металлургического производства (шлак, остатки металла и облицовочного кирпича), по составу представляющему собой глыбово-щебенистый грунт с заполнителем из гравелистого песка до 50 %; по степени морозоопасности грунт относится к слабопучинистым. Грунты, слагающие восточный участок ограждающей дамбы золоотвала, обладают высокой степенью их водонасыщения. На участке центральной части рассматриваемой дамбы выделена зона с повышенной фильтрационной активностью.

Основные фактические параметры ограждающей дамбы золоотвала: отметка гребня 131,71 – 134,47 м; максимальная высота около 20 м; максимальный напор около 5 м; длина по гребню 2250 м; ширина по гребню – 40 м.

В качестве дренажных сооружений в теле восточного участка ограждающей дамбы выполнены перфорированные асбестоцементные трубы диаметром 300 мм, в отсыпке из гравия крупностью 20 – 40 мм. Для осмотра (контроля состояния) и обслуживания дренажных устройств по трассе предусмотрены дренажные колодцы.

В составе ГТС золоотвала ТЭЦ предусмотрены следующие водосбросные и водозаборные сооружения:

- водосбросные колодцы № 3 и № 4 – колодцы шахтного типа, сопряжённые с трубопроводами (коллекторами), проложенными в теле разделительной дамбы; предназначены для забора воды из ёмкости золоотвала и перетока её в пруд осветлённой воды;

- водосбросный колодец № 1 – сборный железобетонный колодец; предназначен на случай аварийного сброса воды из золоотвала в дренажную канаву и далее в поверхностный водоём (р. Юргинка);

- водозаборные трубы – стальные трубы (2 нитки) диаметром 400 мм, проложенные в теле восточной ограждающей дамбы; предусмотрены для забора воды из пруда осветлённой воды в насосную станцию осветлённой воды; на водоприёмных оголовках трубопроводов установлены сороудерживающие решётки с ячейками 80 × 80 мм.

Система гидротранспорта золошлаковой пульпы – гидравлическая, совместная, напорная; предназначена для подачи шлака и золы, образующихся при сжигании твёрдого топлива на ТЭЦ, в золоотвал. В систему гидротранспорта входят следующие сооружения:

- багерная насосная станция – расположена в котельном цехе на территории ТЭЦ; оборудована тремя насосами 8ГР-8Т и тремя насосами 2НФМ-64/20;

- золошлакопроводы – стальные трубы диаметром 325 мм (2 нитки, из них 1 рабочая, 1 резервная) длиной 2500 м; проложены от багерной насосной станции по территории ТЭЦ и над автомобильной дорогой – по эстакаде, под железнодорожной магистралью – по тоннелю (на металлических подвесках) над рекой Юргинка, под насыпью и автодорогой в районе золоотвала – в железобетонном (ж/б) кожухе, по дамбе – на лежневых ж/б опорах.

Система обратного водоснабжения – напорная, предназначена для возврата осветлённой воды из золоотвала для повторного использования в обратном цикле ГЗУ ТЭЦ; включает в себя следующие сооружения:

- водоводы – стальные трубы диаметром 325 мм (2 нитки, из них 1 рабочая, 1 резервная); проложены параллельно золошлакопроводам;

- насосная станция обратного водоснабжения – расположена у подножия восточной дамбы золоотвала; выполнена из сборных железобетонных конструкций с полуподземной частью; оборудована тремя насосами Д-500/65 (производительность 500 м³/ч; напор 65 м); автоматизирована (насосное оборудование эксплуатируется без обслуживающего персонала – на главный щит управления (ГЩУ) ТЭЦ по кабелю связи вынесен светозвуковой сигнал «Неисправность в насосной станции»).

Для перехвата и отвода ливневых и паводковых вод с прилегающей к золоотвалу территории предусмотрена нагорная канава с южной стороны накопителя, сопряжённая с закрытым коллектором (одна нитка ж/б труб диаметром 1500 мм, с устройством по длине сооружения бетонных поворотных и перепадных колодцев) с выпуском в р. Юргинка.

В соответствии с СП 58.13330.2012, ГТС золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» являются сооружениями III класса [16].

Золошлаковая пульпа, образующаяся при сжигании твёрдого топлива на ТЭЦ, по золошлакопроводам, проложенным от багерной насосной станции (территория ТЭЦ), сбрасывается в золоотвал. Пройдя частичное осветление, вода из золоотвала через водосбросный колодец поступает в пруд осветлённой воды, откуда затем трубопроводами забирается в насосную станцию и далее по водоводам возвращается в оборотный цикл ГЗУ ТЭЦ.

По результатам инженерно-геологических изысканий [17] отходы, накопленные в ёмкости рассматриваемого золоотвала, представляют собой рыхлую золу, повышенной сжимаемости, насыщенную водой; по гранулометрическому составу – песок пылеватый. Согласно результатам биотестирования, золошлаковые отходы не оказывают токсического действия; класс опасности отходов – V (пятый) [17].

2.4 Информация о гидротехнических сооружениях, входящих в комплекс обследуемого золоотвала ТЭЦ

Система золошлакоудаления на ТЭЦ гидравлическая совместная обратная.

Транспортировка золы и шлака в багерную насосную станцию внутри ТЭЦ осуществляется по каналам ГЗУ с помощью смывных сопел.

На ТЭЦ существует одна багерная насосная станция, расположенная в котельной № 2. В багерной насосной станции установлено три багерных насоса.

От багерной насосной станции пульпа транспортируется на золоотвал по двум золошлакопроводам (один рабочий, другой резервный). Длина трассы 1750 м.

Золоотвал расположен в полутора километрах от площадки ТЭЦ, в узком вытянутом логу. Ширина гребня дамбы 6 м.

Сброс пульпы в емкость золоотвала осуществляется рассредоточено – по периметру ограждающей дамбы. На золошлакопроводах принята система рабочих выпусков, работающих поочередно по мере намыва пляжа. В зимнее время сброс пульпы в золоотвал – сосредоточенный, с укладкой золошлакового материала под лед.

Пройдя частичное осветление, вода из золоотвала через водосбросные колодцы № 3 и № 4 поступает в пруд осветленной воды, откуда трубопроводами забирается в автоматизированную насосную станцию осветленной воды и далее по двум водоводам возвращается в оборотный цикл ГЗУ ТЭЦ для повторного использования [18].

2.5 Характеристика оборудования, используемого при сжигании твёрдого топлива

Для сжигания твердого топлива используются следующие котлоагрегаты:

- Котлы I очереди (№ 1, № 2, № 3): количество – 3 шт., марка – Саймон-Карвес (Англия), год выпуска – 1944, паропроизводительность – 120 т/ч, давление пара – 33 кгс/см², температура пара – 420 °С, устройства размола угля – молотковые мельницы типа ММТ 1300/1310 в количестве 4 шт., золоуловители – тип «батареиный циклон» в количестве 2 шт. на каждый котел;

- Котел II очереди (№5): количество – 1 шт., марка – БКЗ220100ЖШ, год выпуска – 1968, реконструирован в 2005 – 2008 гг., паропроизводительность – 250 т/ч, давление пара – 100 кгс/см², температура пара – 540 °С, устройства размола угля – молотковые мельницы типа ММТ 1300/2564 в количестве 4 шт., золоуловители – электрофильтр типа ПГДС-50-3 в количестве 1 шт. [19].

Для транспортировки шлака и золы, образующихся при сжигании твердого топлива, система гидрозолоудаления оборудована:

- багерной насосной;
- золошлакопроводами;
- насосной осветленной воды оборотного цикла;
- золошлакоотвалом.

Багерная насосная станция оборудована тремя насосами марки ГРТ 400/40 [20].

Багерная насосная служит для транспортировки гидрозолошлаковой пульпы из котельного цеха на золоотвал. Пульпа, собранная в канал ГЗУ после спуска шлака из шлакоприёмных устройств и золы из мультициклонов экономайзеров и электрофильтров, по каналам ГЗУ направляется в багерную насосную. В багерный канал разветвляется на три распределительных лотка, идущих к насосам. На каждом лотке установлены отсекающие шандоры. При поднятом шандоре пульпа поступает в металлоуловитель и далее в насос. Крупные куски шлака задерживаются на решётке. Металлоуловитель действует

по принципу оседания тяжёлых частиц при изменении направления потока. Металл удаляется через нижний люк водой, поданной через смывные сопла.

Багерный насос состоит из рабочего колеса, корпуса, вала, всасывающего и нагнетательного патрубков. Рабочее колесо для уменьшения износа выполнено с небольшим числом лопаток. Улитка насоса от износа защищена бронёй [21].

Система внешнего золошлакоудаления оборудована двумя (левый, правый) золошлакопроводами длиной 2500 м и диаметром 325 мм. Пропускная способность любого из золошлакопроводов обеспечивает нормальное удаление золы и шлака при максимальной загрузке станции.

Золошлакопроводы от главного корпуса станции по территории ТЭЦ и над автомобильной дорогой проложены по эстакаде. За автодорогой и до реки Юргинка золошлакопроводы расположены на низких лежневых опорах.

Пересечение с рекой Юргинка проходит по эстакаде под виадуком транссибирской железнодорожной магистрали и далее на низких лежневых опорах до выпусков, пересечения с железной дорогой Юрга-Пятково и автодорогой Юрга-очистные сооружения проходят по туннелю под дорожным полотном.

Насосная станция осветленной воды (СОВ) предназначена для возврата осветленной воды из золошлакоотвала ТЭЦ для повторного использования в системе гидрозолоудаления [20].

2.6 Сведения о материалах и параметрах основных элементов ГТС

Ограждающая дамба – земляная насыпная, талая, неоднородная.

Насыпной грунт тела восточного участка дамбы представлен двумя разностями – глинистой и крупно-обломочной. Тело восточного участка ограждающей дамбы выполнено из местного суглинистого грунта с примесью органики, а также прослоями (на контакте дамб наращивания) из гравийно-галечникового грунта. На контакте гребня дамбы I очереди наращивания и

основания дамбы II очереди наращивания залегает слой гравийно-галечникового грунта. Дамба II очереди наращивания отсыпана на золошлаковое основание (намывной пляж); сложена суглинком с примесью органики. На отдельных участках гребня дамбы II очереди наращивания имеется гравийно-галечниковый грунт. Насыпной грунт упорной призмы со стороны низового откоса восточного участка ограждающей дамбы золоотвала представлен отходами металлургического производства (шлак, остатки металла и облицовочного кирпича). На участке центральной части восточного участка ограждающей дамбы выделена зона с повышенной фильтрационной активностью. Южный и западный участки ограждающей дамбы выполнены суглинком полутвердым с отсыпкой по поверхности дамб ярусов наращивания песчано-гравелистого грунта мощностью 0,3 – 1,8 м, имеющего неоднородное строение и малую степень водонасыщения. Основные параметры ограждающей дамбы золоотвала: отметка гребня – 132,98 – 135,38 м (по проекту – 133,0 м); максимальная высота – около 20 м (по проекту – 17 м); длина по гребню – 2250 м; ширина по гребню – 10 – 40 м (по проекту – 6 м); заложение откосов – 1:1,7 – 1:2,6 (по проекту – 1:2,5).

Максимальная водопропускная способность ГТС – напорное ГТС (дамба) для пропуска воды не предназначено; пропускная способность каждого из водосбросных колодцев системы возврата осветленной воды (ОВ) составляет 1,5 м³/с.

2.7 Общие меры по обеспечению эксплуатационной надежности и безопасности ГТС

Техническая эксплуатация сооружений (техническое обслуживание и ремонт) – это научно обоснованный комплекс технических мер и ремонтных процессов по месту, времени и объему работ, направленных на поддержание в них эксплуатационных качеств на заданном уровне в течение не менее

установленного срока службы. Эксплуатационные качества сооружений определяют его надежность [22].

В качестве организационных мероприятий по обеспечению эксплуатационной надежности и безопасности ГТС предусмотрены:

- при проектировании, строительстве и эксплуатации ГТС необходим высококвалифицированный персонал;

- контроль состояния безопасности ГТС и их воздействия на окружающую среду;

- при проектировании ГТС следует руководствоваться законодательством Российской Федерации о безопасности и нормативными требованиями, направленными на обеспечение безопасности ГТС.

- при проектировании ГТС должны быть предусмотрены конструктивно-технологические решения по предотвращению развития возможных опасных повреждений и аварийных ситуаций, которые могут возникнуть в периоды эксплуатации;

- применение натурных наблюдений за работой и состоянием ГТС как в процессе проектирования и строительства, так и при эксплуатации для своевременного выявления дефектов и неблагоприятных процессов;

- проведение всех видов инструктажей со всеми работниками и специалистами, выполняющими работы по эксплуатации ГТС;

- своевременное проведение плановых профилактических и ремонтных работ на ГТС для предупреждения аварийных ситуаций;

- проведение регулярных инспекций ГТС надзорными органами с целью выявления нарушений при эксплуатации гидросооружений [23].

Организационные мероприятия, разработаны по результатам экспертных обследований, осмотров ГТС комиссией специалистов предприятия, а также согласно предписаниям органов надзора.

В качестве технических мероприятий по повышению надежности и безопасности ГТС предусмотрены [24]:

- плановые и текущие ремонтные работы ГТС и технологического оборудования в соответствии с ежегодно составляемым графиком;

- другие технические мероприятия, разработанные по результатам экспертных обследований, осмотров ГТС комиссией специалистов предприятия, а также согласно предписаниям органов надзора [25].

Все работы по эксплуатации золоотвала необходимо вести в соответствии с местной инструкцией, разработанной на основании: проекта организации золоотвала, «типовой инструкции по эксплуатации пульпопроводов внешнего гидрозолоудаления и золошлакоотвалов» [26].

Исследование ТЭЦ «Юргинского Машзавода» показало, что на данном предприятии создана эффективная и безопасная система отвода и транспортировки золы до дамбы золоотвала с последующим возвратом осветленной воды на ТЭЦ.

3 Результаты расчета и описание аварии по принятым сценариям

3.1 Оценка степени опасности аварии на ГТС

Оценка опасности аварии на ГТС золоотвала ТЭЦ выполнена путём анализа вероятных последствий, которые могут возникнуть в результате разрушения напорных гидротехнических сооружений, эксплуатируемых ООО «Юргинский машзавод». С этой целью для выполнения данного расчёта будут определены:

- границы зоны затопления в случае гидродинамической аварии, продолжительность образования и размеры прорана в дамбе; расход и объём потока, истекающего по мере размыва прорана; высота и скорость волны прорыва в зоне возможного затопления и при движении излившегося потока по трассе растекания;
- параметры загрязнения вредными веществами почвы, грунтовых и поверхностных вод;
- показатели последствий аварии по воздействию на окружающую природную среду.

При аварии на ГТС происходит образование пионерного прорана, через который вытекают вода и неконсолидированные отложения (шлак) из отстойника на местность, прилегающую к нижнему бьефу.

Образование пионерного прорана в теле основной дамбы может быть вызвано различными видами опасных повреждений и деформаций ГТС [27] и их конструктивных элементов.

Причины, приводящие к опасным повреждениям и деформациям ГТС золоотвала ТЭЦ и их конструктивных элементов [28], в результате которых может произойти авария, следующие:

- отклонения от проектных решений при строительстве и эксплуатации;
- нарушения правил безопасности при эксплуатации сооружений;

- постороннее вмешательство (террористический акт);
- стихийное бедствие (катастрофические ливни, паводки, землетрясения).

С учётом возможных причин возникновения гидродинамической аварии на ГТС золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод», которые определены выше, в таблице 1 приведены возможные сценарии развития гидродинамической аварии.

Таблица 1 – Сценарии развития гидродинамической аварии

Сценарии развития гидродинамической аварии	Причины аварии
Сценарий № 1	- прорыв напорного фронта в сечении I-I, ослабленном коллектором сборного железобетонного колодца, в результате контактной фильтрации.
Сценарий № 2	- разрушение (проран) основной дамбы золоотвала в сечении II-II вследствие перелива воды через гребень в период весеннего или ливневого паводка, при одновременном возникновении следующих событий: - неработоспособное состояние (засорение, заиливание) сооружений для отвода поверхностного стока от золоотвала; - засорение водоприёмной части коллектора осветлённой воды или неисправного состояния его задвижки; - бездействие эксплуатационного персонала (непринятие мер по снижению уровня воды в накопителе).
Сценарий № 3	- прорыв напорного фронта (дамбы) в результате оползня или оплывания низового откоса в меженный период с последующим попаданием потока в р. Юргинка.
Сценарий № 4	- прорыв напорного фронта (дамбы) в сечении IV-IV, которое ослаблено стальными трубами диаметром 400 мм, предусмотренными для забора воды из пруда осветлённой воды в насосную станцию, вдоль которых возможна контактная фильтрация
Сценарий № 5	- прорыв пульпопровода, проложенного по гребню основной дамбы и, как следствие, её размыв.

Расчёт зоны возможного затопления проведён для сценария наиболее тяжелого на ГТС – разрушение (проран) основной дамбы золоотвала в сечении

II-II вследствие перелива воды через гребень в период весеннего или ливневого паводка.

Процесс развития рассматриваемого сценария гидродинамической аварии, связанной с разрушением (прораном) основной дамбы золоотвала условно можно разделить на этапы:

- образование пионерного прорана в теле дамбы;
- излив потока через образовавшийся проран, который, стекая по низовому откосу дамбы и постепенно расширяясь, размывает её, как в глубину, так и в ширину;
- истечение из ёмкости золоотвала через размываемый проран слоя воды и неконсолидированных отложений; размыв прорана как в ширину, так и в глубину до отметки плоскости предельного размыва (ППР), затем размыв прорана происходит только в ширину;
- распространение потока, потерявшего разрушительную силу и скорость, по железобетонному лотку и далее по руслу реки Юргинка, и, в конечном итоге, аккумулятивное в реке Томь.

3.2 Параметры, необходимые для расчета и оценки последствий гидродинамической аварии

Процесс образования прорана и движения образующегося потока является сложным. Неравномерный и неустановившийся характер движения потока по всей трассе растекания обуславливает переменные значения его гидродинамических параметров. Поэтому рассматриваемый процесс разделен на этапы:

- определение изменения размеров прорана в зависимости от времени истечения;
- расчет максимальных параметров потока по трассе растекания от створа прорана до створа, в котором произойдет гашение потока.

В расчетах применены следующие основные параметры и характеристики:

- h (м) – глубина слоя потока, вытекающего через размываемый проран;
- y_{\max} (м) – максимальная (расчетная) глубина прорана;
- V (м³) – объем воды и неконсолидированных отложений в шлаконакопителе;
- F (м³) – площадь зеркала воды в шлаконакопителе;
- $L_{\text{отк}}$ (м) – ширина гребня грунтового ограждающего сооружения в расчетном сечении до начала аварии;
- $m_{\text{отк}}$ (м/м) – заложение верхового откоса грунтового ограждающего сооружения;
- $n_{\text{отк}}$ (м/м) – заложение низового откоса грунтового ограждающего сооружения;
- $\rho_{\text{ж}}$ (м) – плотность жидкости в слое с неоднородным составом;
- ρ_s (т/м³) – плотность частиц грунта тела грунтового ограждающего сооружения;
- ρ_d (т/м³) – средняя плотность сухого грунта тела грунтового ограждающего сооружения;
- d (м) – средневзвешенный диаметр частиц размываемого грунта;
- $Z_0^{\text{УВБ}}$ (м) – абсолютная отметка уровня воды в накопителе на начало аварии;
- Z_0^{Γ} (м) – абсолютная отметка гребня дамбы (плотины) в расчетном сечении в начале аварии;
- $Z_{\text{ППР}}$ (м) – абсолютная отметка плоскости предельного размыва;
- $Z_{\text{ОВБ}}$ (м) – абсолютная отметка основания дамбы (плотины) со стороны верхового откоса;
- $Z_{\text{ОНБ}}$ (м) – абсолютная отметка основания дамбы (плотины) со стороны низового откоса;
- $Z_{\text{ГД}}$ (м) – абсолютная отметка гребня дамбы;
- $Z_{\text{В}}$ (м) – абсолютная отметка гребня волны.

3.3 Расчет гидродинамических параметров потока

Значения параметров, характеризующих процесс разрушения дамбы золоотвала, а также движение потока по трассе растекания, найдены в соответствии с методическими рекомендациями РД 03-607-03 [29] на основе исходных данных, приведенных в таблице 2.

Таблица 2 – Исходные данные для расчёта разрушения дамбы золоотвала

Обозначение	Значение, м.	Обозначение	Ед. изм.	Значение	Обозначение	Ед. изм.	Значение
$Z_{ГД}$	133,03	$m_{отк}$	-	1,7	ρ_d	т/м ³	2,02
Z_B	132,03	$n_{отк}$	-	1,9	ρ_s	т/м ³	3,02
$Z_{ОНБ}$	112,5	$L_{отк}$	м	22	$\rho_{ж}$	т/м ³	1,00
$Z_{ОВБ}$	112,5	F	м ²	379952	d	мм	0,004
h_0	0,665	b_0	м	5,38			

При расчете приняты следующие допущения:

- поперечное сечение прорана принимается прямоугольным и постоянным по всей длине прорана;
- после образования прорана жидкость растекается по местности, имеющей естественный уклон;
- гидравлический прыжок, возникающий на перекате потока с участка с уклоном дна больше критического на участок, где уклон меньше критического, не рассматривается.

3.4 Результаты расчетов

Расчёт зон затопления при гидродинамической аварии по сценарию – разрушение (проран) основной дамбы золоотвала в сечении II-II вследствие перелива воды через гребень в период весеннего или ливневого паводка

проведён в соответствии с «Методикой расчёта зон затопления при гидродинамических авариях на хранилищах производственных отходов химических предприятий» [30].

Через $T \approx 9$ ч от начала аварии проран углубится до отметки $Z_{\text{ППР}} = 126,87$ м, дальнейший размыв прорана прекратится, его ширина достигнет своего максимума: $b = b_{\text{max}} = 5,38$ м. Глубина и расход потока в проране, а также единичный расход достигнут максимальных значений: $h = h_{\text{max}} = 3,67$ м; $Q = Q_{\text{max}} = 51,91$ м³/с; $q = q_{\text{max}} = 9,65$ м²/с. Объем потока, вытекшего через проран, составит $V \approx 486,1$ тыс. м³.

Карта местности золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» с обозначением вероятной зоны затопления при гидродинамической аварии приведена в приложении А.

Для определения формы свободной поверхности потока необходимо сравнить величину нормальной (начальной) глубины h_0 с критической глубиной $h_{\text{кр}}$ и значение уклона внешнего откоса дамбы $i_{\text{В0}}$ со значением критического уклона $i_{\text{кр}}$.

Определяем характеристики потока до аварии (нормальное состояние).

Значение уклона внешнего откоса дамбы $i_{\text{В0}}$ вычисляется по формуле (1):

$$i_{\text{В0}} = \frac{1}{n_{\text{отк}}}. \quad (1)$$

Расчётный модуль расхода K_0 (м³/с) рассчитывается по формуле (2):

$$K_0 = \omega_0 \cdot C_0 \cdot \sqrt{R_0}. \quad (2)$$

Начальная площадь сечения ω_0 (м²) рассчитывается по формуле (3):

$$\omega_0 = b_0 \cdot h_0, \quad (3)$$

где b_0 – начальная ширина прорана;

h_0 – начальная глубина потока в проране.

Смоченный периметр потока X (м) рассчитывается по формуле (4):

$$X_0 = b_0 + 2h_0. \quad (4)$$

Гидравлический радиус R_0 (м) рассчитывается по формуле (5):

$$R_0 = \frac{\omega_0}{X}. \quad (5)$$

Коэффициент Шези вычисляется по формуле (6):

$$C_0 = \frac{1}{n} \cdot R_0^{1/6}, \quad (6)$$

где n – коэффициент шероховатости, равен 0,025.

Рассчитываем критические значения параметров (условия начала аварийной ситуации).

Определяем критическую глубину потока $h_{кр}$ (м) по формуле (7):

$$h_{кр} = \sqrt[3]{\frac{a \cdot Q_{max}^2}{g \cdot b^2}}, \quad (7)$$

где a – коэффициент кинетической энергии, равен 1,1;

g – ускорение свободного падения ($g = 9,81 \text{ м/с}^2$).

Определяем величину критического смоченного периметра потока $X_{кр}$ (м) по формуле (8):

$$X_{кр} = b + 2h_{кр}. \quad (8)$$

Определяем величину критического значения коэффициента Шези $C_{кр}$ ($\text{м}^{1/2}/\text{с}$) по формуле (9):

$$C_{кр} = \frac{1}{n} \cdot R_{кр}^{1/6}. \quad (9)$$

Определяем величину критического уклона $i_{кр}$ по формуле (10):

$$i_{кр} = \frac{g \cdot x_{кр}}{a \cdot C_{кр}^2 \cdot b_{max}}. \quad (10)$$

Определяем величину критического гидравлического радиуса $R_{кр}$ (м) по формуле (11):

$$R_{кр} = \frac{\omega_{кр}}{X_{кр}}, \quad (11)$$

Определяем величину критической площади сечения прорана дамбы $\omega_{кр}$ (м^2) по формуле (12):

$$\omega_{кр} = b_{max} \cdot h_{кр}, \quad (12)$$

Определяем величину критического модуля расхода $K_{кр}$ ($\text{м}^3/\text{с}$) по формуле (13):

$$K_{кр} = \omega_{кр} \cdot C_{кр} \cdot \sqrt{R_{кр}}, \quad (13)$$

Рассчитаем расход потока у подошвы откоса Q_1 (м³/с) по формуле (14):

$$Q_1 = m \cdot b \cdot h^{3/2} \cdot \sqrt{2 \cdot g}, \quad (14)$$

где m – коэффициент водослива, равный 0,31.

Скорость потока в проране U_2 (м/с) рассчитывается по формуле (15):

$$U_2 = \frac{q_{max}}{h_{кр}}. \quad (15)$$

Удельный расход потока в проране q_2 (м²/с) определяется по формуле (16):

$$q_2 = \frac{Q}{b}. \quad (16)$$

Среднее значение глубины потока h_{cp} (м) рассчитывается по формуле (17):

$$h_{cp} = \frac{h_{max} + h_{min}}{2}, \quad (17)$$

где $h_{min} = h_0 = 0,665$ (смотрите исходные данные).

Длина откоса, на который устанавливается нормальная глубина, J (м) рассчитывается по формуле (18):

$$J = 45 \sqrt[3]{h_{cp} \cdot \left(\frac{b}{b + 2h_{cp}} \right)^4}. \quad (18)$$

Глубина потока у подошвы откоса h_1 (м) вычисляется по формуле (19):

$$h_1 = \frac{L_{отк}}{n_{отк} \cdot (\eta_1 - \eta_0(1 - J)(\varphi(\eta_1) - \varphi(\eta_0)))}, \quad (19)$$

где $\varphi(\eta_1) = 0,715$ и $\varphi(\eta_0) = 0,0005$ – функции относительной глубины, определяются из таблицы приложения 1 [29];

$$\eta_1 = \frac{h_{max}}{h_0}, \quad \eta_0 = \frac{h_{min}}{h_0} \text{ – относительные глубины.}$$

Скорость потока в сечении у подошвы откоса дамбы U_1 (м/с) рассчитывается по формуле (20):

$$U_1 = \frac{q_{max}}{h_1}. \quad (20)$$

Результаты расчетов по вышеуказанным формулам сведены в таблицу 3.

Таблица 3 – результаты расчетов по формулам, указанным выше

Обозначение	Ед. измерения	Значение
i_{BO}	-	0,526
K_0	m^3/c	16,39
ω_0	m^2	3,58
X_0	м	12,72
R_0	м	0,28
C_0	$m^{1/2}/c$	31,009
$h_{кр}$	м	2,18
$\omega_{кр}$	m^2	12,644
$X_{кр}$	м	9,74
$R_{кр}$	-	1,298
$C_{кр}$	$m^{1/2}/c$	31,4
$K_{кр}$	m^3/c	452,33
$i_{кр}$	-	0,0095
h_{cp}	м	2,17
J	м	26,476
η_1	-	5,52
η_0	-	1
$\varphi(\eta_1)$	-	0,0005
$\varphi(\eta_0)$	-	0,715
U_2	м/с	4,43
q_2	m^2/c	9,65
Параметры потока у подошвы низового откоса		
Q_1	m^3/c	51,91
h_1	м	0,522
U_1	м/с	18,5

Поток, излившись из золоотвала, непосредственно попадает в овраг и далее – в реку Юргинка, распространяясь по её руслу и долине до впадения в реку Томь.

Гидродинамическая авария, при ее развитии по сценарию № 2, будет иметь следующие параметры, необходимые для оценки ее последствий:

- максимальный расход потока $Q_{max} = 51,91 \text{ м}^3/\text{с}$;
- объем излившегося из емкости золоотвала потока $V_{max} \approx 486,1 \text{ тыс. м}^3$;

- расчетное время размыва прорана в теле дамбы ≈ 50 мин;
- площадь возможного затопления $F_{зам} (S_{зам}) \approx 52,6$ тыс. м².

Приближенная оценка тяжести последствий аварии ГТС при прорыве напорного фронта наряду с условиями в нижнем бьефе гидроузла (плотность заселения, инженерные сооружения, коммуникации и т.д.) произведена по значению потенциальной энергии воды в водохранилище по шкале балльности разрушений [28]. При этом используется формула (21) логарифмического вида, связывающая величину возможных разрушений (балл) с удельной энергией потока:

$$B_p = 2 \cdot \lg(0,5 \cdot \rho \cdot h \cdot U^2), \quad (21)$$

где ρ – плотность жидкости (для воды $\rho = 1000$), кг/м³ ;

U – модуль скорости течения, м/с.

Максимальный расход потока на этом участке его трассы растекания определён с учётом паводка расчётной обеспеченности [29] 0,5 % и оценивается величиной $\approx 51,91$ м³/с.

Расчетные значения основных гидродинамических параметров потока при развитии аварии по сценарию № 2 приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Расчетные значения основных гидродинамических параметров потока при развитии аварии по сценарию № 2

Створ	Расстояние от створа до прорана L , м	Высота h , м	Скорость U , м/с	Отметка горизонта воды $Z_{ГВ}$, м	Степень возможных разрушений B_p , балл
1	проран	3,67	4,43	133,03	9,11
2	подошва откоса	0,522	18,5	112,5	9,9

При распространении потока по любому из сценариев (по сценарию № 2) произойдет выход потока за пределы русла реки Юргинка и затопление прилегающей к ней территории. Но в зону возможного затопления не попадают какие-либо объекты, расположенные на склонах долины реки.

В конечном итоге поток погасится в реке Томь. В указанный поверхностный водный объект, по мере развития аварии, попадает весь объем воды и неконсолидированных отложений, излившихся из емкости золоотвала.

В случае развития аварии на золоотвале по рассмотренному сценарию, возможно, будут иметь место следующие виды ущерба:

- ущерб окружающей природной среде – поверхностным водным объектам, биоресурсам (растительному, животному миру и иным организмам, живущим в воде и на суше), почвам в пределах зоны возможного затопления;

- ущерб жизни или здоровью лиц из числа обслуживающего персонала ТЭЦ и жителей г. Юрги, которые могут оказаться в зоне силового воздействия волны прорыва в случае аварии;

- прочие виды ущерба.

3.5 Результаты оценки последствий аварии ГТС

Результаты выполненной оценки возможных последствий аварии ГТС золоотвала по рассмотренному сценарию её возникновения сведены в таблицу 5.

Таблица 5 – Результаты выполненной оценки

Наименование показателя (обозначение, ед. измерения)	Сценарий
	№ 2
1. Вероятность возникновения	редко
2. Частота возникновения (C_R , событий в год)	$1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-4}$
3. Объем излившегося потока (V_{MAX} , тыс.м ³)	486,1
4. Масса взвешенных веществ (M_{MAX} , тонн)	265,3
5. Социальные потери	
а) общее число потерь днём (Z_N , человек), в том числе:	1
- безвозвратные ($Z_{Л1}$, человек)	0
- возвратные ($Z_{Л2}$, человек)	1
б) общее число потерь ночью (Z_N , человек):	0
- безвозвратные ($Z_{Л1}$, человек)	0
- возвратные ($Z_{Л2}$, человек)	0

Продолжение таблицы 5

6. Суммарные показатели воздействия волны прорыва на окружающую среду:	
а) на поверхностные воды (Z_{Π}^B)	9,5
б) на грунтовые воды ($Z_{\Pi}^{ГВ}$)	0
в) на почвы ($Z_{\Pi}^П$)	7

3.6 Оценка степени риска ГТС золоотала

Оценка риска гидродинамической аварии на ГТС золоотвала выполнена в соответствии с требованиями ГОСТ Р 22.2.09-2015 [31] и «Методическими рекомендациями по оценке риска аварий на ГТС» [32].

Состояния ГТС характеризуют три группы факторов:

- влияние окружающей среды, природных процессов;
- конструктивные особенности и фактическое состояние сооружений;
- размер вероятного вреда в случае возникновения аварии.

Опасность – это процессы, протекающие в сооружениях и зоне их влияния, представляющие угрозу для жизни или условий жизнедеятельности людей, промышленных объектов или окружающей среды. Уязвимость – свойство объекта терять способность выполнения естественных или заданных функций в результате негативных воздействий. Риск аварии – вероятностная мера опасности, установленная для ГТС определенной уязвимости в виде возможных потерь.

Оценка риска основана на результатах контроля и анализа факторов безопасности, наиболее существенных для данного сооружения, и условий эксплуатации. Факторы безопасности – количественные и качественные характеристики состояния сооружения, природных воздействий и ожидаемого ущерба от аварии или разрушения ГТС. Оценка риска – комплексная характеристика, позволяющая произвести сравнительный анализ ситуации на ГТС.

3.7 Интегральная оценка риска аварий ГТС

Интегральная количественная оценка опасности напорного фронта ГТС водохранилищ и накопителей промышленных отходов, включая размер вероятного вреда при аварии и образовании волны прорыва, характеризуется коэффициентом опасности λ , который представляет собой долю (вероятность) от наиболее неблагоприятной обстановки (сочетания показателей опасности) на объекте. При наиболее неблагоприятном сочетании уровней показателей опасности $\lambda = 1$, в остальных случаях коэффициент опасности находится в пределах $0 < \lambda < 1$.

Коэффициент опасности λ рассчитывается по формуле (22):

$$\lambda = \sum_{i=1}^4 \delta_i \cdot \alpha_i \cdot \lambda_0, \quad (22)$$

где δ_i – коэффициент значимости i -го показателя опасности;

α_i – значение кода i -го показателя опасности;

λ_0 – нормирующий множитель.

Анализ показателей, характеризующих опасность аварии ГТС золоотвала, приведен в таблице 6.

Таблица 6 – Оценка опасности аварии ГТС золоотвала

Факторы и отличительные признаки, по которым установлена степень опасности	Степень опасности	Код
Опасность превышения природных нагрузок и воздействий (показатель № 1)		
Данные натурных наблюдений за период эксплуатации ГТС – опасное превышение природных воздействий маловероятно	малая	1

Продолжение таблицы 6

Соответствие проектных решений современным нормативным требованиям (показатель № 2)		
Достаточность оснащения КИА, обоснованность в соответствии с современным нормативным требованиям применявшихся расчетных методов; достаточность инженерно-геологических изысканий при проектировании – не в полной мере соответствует установленным требованиям: состояние водомерной рейки не удовлетворяет нормативным требованиям (п. 8.14 ПБ 03-438-02), отсутствие пьезометров и поверхностных марок, предусмотренных проектом на восточном участке ограждающей дамбы (пп. 5.2 и 11.9 ПБ 03-438-02; п.3.1.28 СО 153-34.20.501-2003).	малая	1
Соответствие проекту конструкций и условий эксплуатации (показатель № 3)		
Наличие изменений конструктивных и компоновочных решений, режима эксплуатации: фактические отметки гребня ограждающей дамбы золоотвала составляют 132,96 ÷ 134,6 м при проектной 133,0 м; отсутствует предусмотренное проектом крепление гребня и откосов дамбы песчано-гравелистым грунтом; обнаружены следы оползания низового откоса, трещины по гребню дамбы; дренажная система, предусмотренная в теле восточного участка ограждающей дамбы, находится в неработоспособном состоянии.	средняя	2
Возможные последствия аварии (показатель № 4)		
Количество пострадавших людей и людей, у которых будут нарушены условия жизнедеятельности; зона распространения поражающих факторов и возможный размер вероятного вреда – в зоне возможного затопления по любому из рассмотренных сценариев могут оказаться люди из числа жителей г. Юрги и обслуживающего персонала ТЭЦ золоотвала общим количеством не более 5 человек; в зону возможного затопления не попадают какие-либо объекты, принадлежащие физическим лицам из числа населения, а также другие объекты гражданского, промышленного и иного назначения; в случае возможной гидродинамической аварии возможно загрязнение окружающей природной среды (поверхностного водного объекта, земель в зоне возможного затопления), ущерб биоресурсам воды и суши; границы зоны распространения поражающих факторов при любом сценарии аварии не выходят за пределы города (района); максимальный размер вероятного вреда от аварии ГТС золоотвала в ценах 2008 года составляет не более 2 млн. руб.	средняя	2

3.8 Интегральная оценка уязвимости аварии ГТС

Степень уязвимости ГТС характеризует восприимчивость сооружений к воздействию факторов опасности. Приняты следующие основные показатели уязвимости ГТС, каждый из которых проявляется независимо от других, а степень уязвимости ГТС зависит от их комплексного воздействия:

- состояние сооружения (по данным инструментального контроля и визуальных наблюдений);
- организация безопасной эксплуатации (соблюдение требований нормативных документов);
- готовность объекта к локализации и ликвидации ЧС.

Интегральная количественная оценка уязвимости ГТС характеризуется коэффициентом уязвимости V_y , который также, как и коэффициент опасности λ , представляет собой долю (вероятность) от наиболее неблагоприятной обстановки на объекте по сочетанию показателей уязвимости. Принятый за единицу коэффициент уязвимости V_y , соответствует наиболее неблагоприятному сочетанию показателей уязвимости. Численные значения коэффициента уязвимости V_y , в зависимости от интегрального кода, находятся в интервале $0 < V_y < 1$.

Коэффициент уязвимости V_y рассчитывается по формуле (23):

$$V_y = \sum_{i=1}^3 \varphi_i \cdot \alpha_i \cdot \nu_0, \quad (23)$$

где φ_i – коэффициент значимости i -го показателя уязвимости;

α_i – значение кода i -го показателя уязвимости;

ν_0 – нормирующий множитель.

Интегральная оценка уязвимости ГТС золотвала ТЭЦ приведена в таблице 7.

Таблица 7 – Интегральная оценка уязвимости ГТС золоотвала ТЭЦ

Признаки, на основании которых установлена степень уязвимости	Степень уязвимости	Код
Состояние сооружений (показатель № 1)		
Согласно результатам натурного обследования ГТС золоотвала, анализа эксплуатационной технической документации, имеющейся на предприятии, установлено следующее: геометрические размеры, конструкция дамбы не в полной мере соответствуют проектным решениям. Состояние ГТС золоотвала удовлетворительное.	средняя	22
Организация эксплуатации ГТС – соблюдение требований нормативных документов (показатель №2)		
Недоукомплектованность и недостаточный уровень квалификации персонала службы эксплуатации, недостаточный объем и нерегулярность проведения контрольных наблюдений, отступления от требований безопасной эксплуатации в части оформления журналов визуального наблюдения и своевременности выполнения планово-предупредительных ремонтных работ.	средняя	22
Готовность к локализации и ликвидации ЧС (показатель № 3)		
Готовность ООО «Юргинский машзавод» к локализации и ликвидации опасных повреждений и аварийных ситуаций на ГТС золоотвала ТЭЦ следует признать обеспеченной. На предприятии разработан и утвержден в установленном порядке План ликвидации аварий на ГТС; имеется достаточное для ликвидации аварии количество людей и техники; состояние подъездов к ГТС обеспечивает возможность проезда транспорта в любое время года; проведено обучение специалистов и рабочих, занимающихся эксплуатацией ГТС, порядку организации проведения работ по ликвидации аварийных ситуаций и личного в них участия, а также тренировки по ПЛА; имеется в наличии резерв строительных материалов и инструментов, необходимых для оперативного предотвращения развития аварии.	малая	11

Из таблицы 7 следует, что интегральный код показателей уязвимости ГТС золоотвала составляет 221, следовательно, $V_y = 0,600$.

3.9 Интегральная оценка риска аварии ГТС

Степень риска аварии оценена по величине коэффициента риска аварии R_a , который представляет собой долю от риска, который имеет место на ГТС

при наиболее неблагоприятном сочетании показателей опасности аварии и уязвимости ГТС.

Коэффициент риска аварии численно равен произведению показателей уязвимости ГТС и опасности аварии: $R_a = V_y \cdot \lambda$.

Степень риска аварии ГТС золоотвала ТЭЦ приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Степень риска аварии ГТС золоотвала ТЭЦ

R_a	Степень риска аварии
менее 0,15	Малая
от 0,15 до 0,30	Умеренная (средняя)
от 0,30 до 0,50	Большая
свыше 0,5	Критическая

Оценка степени риска аварии ГТС золоотвала приведена в таблице 9.

Таблица 9 – Оценка степени риска аварии ГТС золоотвала ТЭЦ

Интегральный код		Коэффициенты			Степень риска аварии
опасности аварии ГТС	уязвимости ГТС	X	V_y	R_a	
1122	221	0,471	0,600	0,28	Умеренная (средняя)

Таким образом, состояние и уровень эксплуатации ГТС золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» соответствует умеренной степени риска аварии. Уровень безопасности ГТС золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» оценивается как пониженный.

3.10 План ликвидации аварии и мероприятия по спасению (эвакуации) людей, застигнутых аварией

Оперативные действия работников эксплуатирующей организации в случае возникновения предаварийных (аварийных) ситуаций на ГТС определяются «Планом ликвидации аварий» (ПЛА) [33], составленным в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

В оперативной части ПЛА рассматриваются возможные места и виды аварий на ГТС золоотвала ТЭЦ; предусматриваются необходимые

мероприятия по спасению людей и ликвидации опасных повреждений и аварийных ситуаций на ГТС; определяются ответственные лица за выполнение указанных мероприятий; указываются места нахождения средств и материалов для спасения и ликвидации аварии, а также маршруты эвакуации людей и техники.

К оперативной части ПЛА прилагаются: краткая характеристика золошлакоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод»; перечень возможных аварий на золоотвале; мероприятия по спасению (эвакуации) людей, застигнутых аварией; мероприятия по ликвидации аварии в начальной стадии ее развития; места нахождения средств спасения людей и ликвидации аварий; перечень обязательного (минимально необходимого) оборудования, машин, механизмов, материалов и средств спасения и ликвидации; распределение обязанностей между отдельными лицами, участвующими в ликвидации аварии, и порядок их действий; список должностных лиц, ознакомленных с ПЛА; схема эвакуации. В таблице 10 перечислены возможные аварии на золоотвале ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод».

Таблица 10 – Перечень возможных аварий на золошлакоотвале

Возможные аварии на ГТС	Места возможного возникновения
Обрушение дамбы в виде частичного оползня	Восточный склон ограждающей дамбы
Местный прорыв дамбы с растеканием пруда и грязевого потока	Восточный склон ограждающей дамбы
Перелив пруда осветленной воды с частичным размывом дамбы.	Бассейн осветленной воды у восточной стороны дамбы.
Фронтальное разрушение ГТС с растеканием грязевого потока.	Низовой откос со стороны восточного участка дамбы
Прорыв пульпопровода или водовода.	Пульпопровод на всем протяжении трассы

Оповещение персонала о чрезвычайной ситуации на гидротехническом сооружении предусмотрено посредством местной громкоговорящей связи, а также с помощью сирены, в следующей последовательности: начальник смены ТЭЦ передает посредством телефонной связи информацию о чрезвычайной ситуации на золоотвал диспетчеру предприятия, который оповещает персонал.

Локальная система оповещения ООО «Юргинский машзавод» не создана, что согласуется с Постановлением Совета Министров – Правительства Российской Федерации от 01.03.1993 №178 «О создании локальных систем оповещения в районах размещения потенциально опасных объектов» [36] и подтверждено Заключением ГУ МЧС России по Кемеровской области, поскольку последствия возможных гидродинамических аварий на ГТС не создают угрозу жизни и здоровью людей, находящихся за пределами промплощадки предприятия.

Информирование населения о возникших на ГТС золотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» аварийных ситуациях предусмотрено согласно ПЛА [33] через Управление по делам ГО и ЧС г. Юрги по системам связи и оповещения, куда информация об аварии должна быть представлена начальником смены ТЭЦ в течение 10 минут с момента обнаружения аварии.

Информирование должностных лиц и учреждений, в том числе Сибирского управления Ростехнадзора, ГУ МЧС России Кемеровской области, согласно прилагаемым к ПЛА списку оповещения об аварийной ситуации на ГТС и схеме оповещения, предусмотрено производить техническим директором предприятия (а в его отсутствие – главным инженером ТЭЦ) посредством телефонной связи.

В зоне возникновения аварий может находиться следующий персонал:

- обходчик внешней трассы золоудаления и золотвала – 1 чел.;
- бригада ремонтного персонала в составе 6 – 10 чел.;
- специалисты Управления капитального строительства (УКС) – 2 чел.;
- специалисты Управления экологического контроля (УЭК) – 2 чел.

В зоне возможного развития аварий, мест проживания населения нет. Рельеф местности не предполагает мест отдыха населения.

Начальник смены ТЭЦ проводит оповещение персонала ТЭЦ и завода, находящегося на аварийном участке, о возникновении аварии согласно очередности в течение 5 минут с момента обнаружения. В течение 10 минут

начальник смены станции предоставляет информацию об аварии в Управление ГО и ЧС города, ГОВД, ФСБ.

Формируется аварийно-спасательная бригада из числа:

- личный состав котельного цеха – 10 человек;
- автомобильно-транспортная служба 9 человек и необходимое количество автотранспортной техники.

Мероприятия по ликвидации аварии в момент ее начала следующие:

- оповещение персонала станции и завода, находящегося на аварийном участке о возникновении аварии согласно очередности в течение 5 минут с момента обнаружения;
- перевод котлов на сжигание природного газа, опорожнение пульпопроводов;
- оценка аварийной ситуации на месте возникновения аварии;
- мобилизация и доставка высокопроходимых транспортных средств и инженерной техники (бульдозеров, экскаваторов, крана др.) в район, где произошла авария, в зависимости от ее масштаба. Перечень оборудования, машин, материалов и средств спасения людей приведен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень обязательного (минимально необходимого) оборудования, машин, механизмов, материалов и средств спасения и ликвидации

Оборудования, машин, механизмов, материалов	Количество	Место расположения
Автобус пассажирский	1 единица	Автомобильно-транспортный цех № 70
Грузовой автомобиль повышенной проходимости, самосвал	2 единицы	
Бульдозер	1 единица	
Кран	1 единица	
Экскаватор	1 единица	
Запас строительных материалов для ликвидации аварийных ситуаций		Площадка в районе РБУ ремонтно-строительного цеха

Продолжение таблицы 11

Медицинская аптечка	1 шт.	Здание насосной оборотного водоснабжения
Деревянные шесты длиной 5 м	2 шт.	Здание насосной оборотного водоснабжения

У лиц которые участвуют в ликвидации аварии и ее последствий существуют определенные обязанности.

Распределение обязанностей и их порядок приведен в таблице 12.

Таблица 12 – Распределение обязанностей между отдельными лицами, участвующими в ликвидации аварии, и порядок их действий

Должность	Обязанности и порядок действий
Главный инженер ТЭЦ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Оповещение персонала ТЭЦ об аварии на ГТС. 2. Перевод котлов на сжигание природного газа. 3. Разведка места аварии и оценка обстановки. 4. Комплектование оперативно-спасательной бригады 5. Организация аварийно-спасательной бригады. 6. Привлечение дополнительных средств и сил в район аварии. 7. Руководство аварийно-спасательных и других неотложных работ по локализации и ликвидации аварии. 8. Привлечение специалистов УЭК, УКС, для ликвидации последствий аварии. 9. Доклад о выполнении АСДНР и ликвидации аварии
Начальник котельного цеха	<ol style="list-style-type: none"> 1. Оповещение персонала котельного цеха об аварии на ГТС. 2. Перевод котлов на сжигание природного газа. 3. Разведка места аварии и оценка обстановки выставление постов охраны опасной зоны. 4. Экстренное выявление количества лиц, застигнутых аварией и их эвакуация в безопасный район. 5. Комплектование оперативно-спасательной бригады. 6. Поиск и эвакуация пострадавших.
Начальник ТЭЦ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Оповещение руководства предприятия и персонала ТЭЦ. 2. Доукомплектование и сбор аварийно-спасательной бригады, привлечение специалистов УКС, УЭК. 3. Доклад о выполнении АСДНР и ликвидации аварии
Начальник смены станции	<ol style="list-style-type: none"> 1. Оповещение машиниста-обходчика ГЗУ и ремонтной бригады, через них (возможно) находящихся на ГТС специалистов УКС и УЭК
Технический директор	<ol style="list-style-type: none"> 1. Информирование гос. органов по списку оповещения об аварии и принятых мерах

3.11 Оперативная часть плана ликвидации аварий

Местный прорыв дамбы с растеканием пруда и грязевого потока.

Мероприятия по спасении людей и ликвидации аварии:

- перевод котлов на сжигание природного газа, при невозможности произвести остановку котлов;
- оповещение машиниста – обходчика ГЗУ и ремонтной бригады, через них (возможно) находящихся на ГТС специалистов УКС и УЭК;
- разведка места аварии, оценка обстановки;
- объявление района растекания опасной зоной;
- выставление постов охраны опасной зоны;
- оповещение руководства предприятия, персонала ТЭЦ о возникновении аварии;
- экстренное выявление количества лиц, застигнутых аварией, их эвакуация в безопасный район с помощью автотранспортной техники и оказание необходимой помощи пострадавшим;
- комплектование оперативно-спасательной бригады;
- поиск пострадавших и эвакуация от ГТС на безопасное расстояние;
- доукомплектование и сбор аварийно-спасательной бригады, привлечение специалистов УКС, информирование государственных органов по списку оповещения об аварии и принятых мерах;
- выполнение аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСДНР) по локализации и ликвидации аварии [37];
- привлечение при необходимости дополнительных сил и средств в район аварии и специалистов УЭК для определения ущерба природе;
- доклад о выполнении АСДНР и ликвидации аварии.

Маршруты эвакуации людей и движения техники: эвакуация проводится пешим ходом и автотранспортной техникой по автодороге или другими возможными путями. Помощь пострадавшим оказывается оперативно-спасательной бригадой и при необходимости бригадой «Скорой

помощи». Выдвижение сил и средств в район аварии, развертывание передвижного командного пункта и сборного пункта.

Гидродинамическая авария на ГТС золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» по рассмотренному сценарию возможной аварии приведет к образованию потока, потенциальной энергии которого будет достаточно для размыва почвы, при этом будет оказано вредное воздействие на окружающую среду за счет загрязнения водного объекта.

4.1 Расчет размера вероятного вреда в случае аварии

Вероятный вред – оцененный в рублях размер максимального вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии гидротехнического сооружения.

Размер вероятного вреда в случае возникновения аварии ГТС определяется в денежном выражении расчетом убытков по показателям, характеризующим социально-экономические последствия аварии.

Ущерб, нанесенный в результате аварии ГТС окружающей природной среде, физическим и юридическим лицам подлежит возмещению в полной мере.

Ущерб основным и оборотным производственным фондам – I_1 , продукции – I_2 , элементам транспорта и связи «сторонних» юридических лиц – I_3 , отсутствует, так как промышленные объекты в зону возможного затопления не попадают ($I_1 = I_2 = I_3 = 0$).

Ущерб жилищному фонду и имуществу граждан не прогнозируется, так как в зоне возможного затопления объекты жилищного фонда, а также имущество граждан отсутствует.

4.2 Оценка экономического ущерба при возникновении чрезвычайной ситуации на гидротехническом сооружении. Расчет затрат на локализацию аварии и ликвидацию ее последствий

К основным показателям, составляющим затраты на ликвидацию ЧС на ООО «Юргинский машзавод», относятся:

- затраты на оплату труда ликвидаторов аварии;
- затраты на питание ликвидаторов аварии;
- затраты на топливо и горюче-смазочные материалы;
- затраты на амортизацию используемого оборудования и технических средств;
- затраты на организацию стационарного и амбулаторного лечения пострадавших;
- ущерб земельным ресурсам;
- показатели силового воздействия волны прорыва на человека;
- показатели последствий аварии по воздействию на окружающую природную среду.

Расчет затрат на оплату труда проводят дифференцированно для каждой из групп участников ликвидации последствий ЧС в зависимости от величины их заработной платы и количества отработанных дней.

Расчет суточной заработной платы участников ликвидации ЧС проводят по формуле (24):

$$\Phi ЗП_{сут} = (\text{мес. Оклад} / 30) \cdot 1,15 \cdot K_{сут} \cdot Ч_k, \quad (24)$$

где $Ч_k$ – количество участников ликвидации ЧС;

$K_{сут}$ – количество суток, которое нужно для ликвидации аварии.

Время ликвидации аварии составляет одни сутки для пожарных подразделений и трое суток для всех остальных формирований.

Подставляем значения в формулу

Таким образом, суммарные затраты (руб.) рассчитанные по формуле (25) на оплату труда всем группам участникам ликвидации последствий ЧС составят:

$$\Phi ЗП = \sum \Phi ЗП_i = 18750 + 23000 + 30360 + 8050 + 5865 = 86025 \text{ руб.} \quad (25)$$

Все затраты на оплату труда участников ликвидации аварии и ее последствий приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Затраты на оплату труда участников ликвидации последствий ЧС

Наименование групп участников ликвидации	Заработная плата, руб./месяц	Численность, чел	ФЗП _{сут} , руб./чел.	ФЗП за период проведения работ для Ч _к -ой группы, руб.
Отряд механизированной группы	25000	5	1250	18750
Отряд ручной разборки	20000	10	770	23000
Караул охраны завода	22000	12	843	30360
Медицинская служба	14000	5	537	8050
Водители, осуществляющие эвакуацию	17000	3	652	5865
ИТОГО				86025

В результате проведенных расчетов получим, что фонд заработной платы на оплату труда личного состава формирований РСЧС при проведении работ по ликвидации ЧС на территории ООО «Юргинский машзавод» с учетом периода проведения работ составит 86025 рублей.

Затраты на питание рассчитывают, исходя из суточных норм обеспечения питанием спасателей в соответствии с «Методическими рекомендациями по первоочередному обеспечению пострадавших и участников АСДНР» [37], в соответствии с режимом проведения работ рассчитываются по формуле (26):

$$З_{Псут} = \sum (З_{Псутi} \cdot Ч_k), \quad (26)$$

где $З_{Псут}$ – затраты на питание личного состава формирований в сутки;

$З_{Псутi}$ – суточная норма обеспечения питанием, руб./(сут. на чел.);

$Ч_k$ – численность личного состава формирований, проводящих работы различной степени тяжести по ликвидации последствий ЧС.

Общие затраты на питание рассчитываются по формуле (27):

$$З_п = (З_{Псут. \text{спас.}} \cdot Ч_{\text{спас}} + З_{Псут. \text{др.ликв.}}) \cdot Д_n, \quad (27)$$

где $Д_n$ – продолжительность ликвидации аварии, дней, в данном случае 3 дня.

К работе в зоне ЧС привлекаются 35 человек (в соответствии с планом ликвидации аварии), из них 20 человек выполняют тяжелую работу, а остальные 15 человек – работу средней и легкой тяжести. Затраты на питание личного состава формирований, выполняющих работы различной степени тяжести сведем в таблицу 14.

Таблица 14 – Затраты на питание личного состава формирований, выполняющих работы различной степени тяжести

Наименование продукта	Работы средней тяжести		Тяжелые работы	
	Суточная норма, г/(чел.×сут.)	Суточная норма, руб/(чел.×сут.)	Суточная норма, г/(чел.×сут.)	Суточная норма, руб/(чел.×сут.)
Хлеб белый	400	16	600	26
Крупа разная	80	3,2	100	4
Макаронные изделия	20	0,5	30	0,75
Молоко и молокопродукты	300	9	500	15
Мясо	80	20	100	25
Рыба	40	6	60	9
Жиры	40	2,8	50	3,5
Сахар	60	2,6	70	3
Картофель	400	8	500	10
Овощи	150	7,5	180	9
Соль	25	0,35	30	0,42
Чай	1,5	1,6	2	2
Итого	-	77,55	-	107,67

Подставляем числовые значения в формулу (27) получаем:

$$З_{\text{п}} = (107,67 \cdot 20 + 77,55 \cdot 15) \cdot 3 = 9950 \text{ руб.}$$

Общие затраты на обеспечение питанием спасательных формирований составят 9950 рублей. Обеспечение питанием формирований РСЧС осуществляется в столовых и за счет средств ООО «Юргинский машзавод», на территории которого произошла ЧС.

Затраты на горючие и смазочные материалы $З_{\text{ГСМ}}$ (руб.) определяется по формуле (28):

$$\begin{aligned} Z_{\text{ГСМ}} = & V_{\text{бенз}} \cdot C_{\text{бенз}} + V_{\text{диз. т.}} \cdot C_{\text{диз. т.}} + V_{\text{мот. м.}} \cdot C_{\text{мот. м.}} + \\ & + V_{\text{транс. м.}} \cdot C_{\text{транс. м.}} + V_{\text{спец. м.}} \cdot C_{\text{спец. м.}} + V_{\text{пласт. см.}} \cdot C_{\text{пласт. м.}}, \end{aligned} \quad (28)$$

где $V_{\text{бенз.}}$, $V_{\text{диз.т.}}$, $V_{\text{мот.м.}}$, $V_{\text{транс.м.}}$, $V_{\text{спец.м.}}$, $V_{\text{пласт.см.}}$ – количество использованного бензина, дизельного топлива, моторного масла, трансмиссионного масла, специальных масел, пластичных смазок, л;

$\Pi_{\text{бенз.}}$, $\Pi_{\text{диз.т.}}$, $\Pi_{\text{мот.м.}}$, $\Pi_{\text{транс.м.}}$, $\Pi_{\text{спец.м.}}$, $\Pi_{\text{пласт.м.}}$ – стоимость бензина, дизельного топлива, моторного масла, трансмиссионного масла, специальных масел, пластичных смазок соответственно, руб.

Ниже приведены цены (за 1 л) на топливо и горюче-смазочные материалы: бензин – 41 руб., дизельное топливо – 45 руб., моторное масло – 300 руб., трансмиссионное масло – 250 руб., специальное масло – 90 руб., пластичные смазки – 120 руб.

В таблице 15 приведен перечень транспортных средств, используемых при ведении АСДНР на территории ООО «Юргинский машзавод» и нормы расхода горюче-смазочных материалов приведенной техники [38].

Таблица 15 – Техника и нормы расхода горюче-смазочных материалов

Тип автомобиля	Кол-во	Расход бензина, л	Расход дизельного топлива, л	Расход моторного/транс-го/спец-го масел, л	Расход смазки, кг
Автомобиль высокой проходимости	1	18	-	2,2/0,3/0,1	0,2
Автомобиль скорой мед. помощи	1	17	-	2,1/0,3/0,1	0,25
Самосвал	2	56	-	4,3/0,5/1,0	0,3
Автокран	1	40,1	-	2,1/0,3/0,1	0,25
Автопогрузчик	1	92	-	2,2/0,3/0,1	0,2
Бульдозер	1	-	72	2,2/0,25/0,1	0,25
Экскаватор	1	-	75	2,8/0,4/0,1	0,3
Автобус	1	16	-	2,1/0,3/0,1	0,3
ИТОГО	9	239	147	20/2,65/1,7	2,05

Подставляем числовые значения в формулу (28) общие затраты на ГСМ составят:

$$\begin{aligned}
 Z_{\text{ГСМ}} &= 239 \cdot 41 + 147 \cdot 45 + 20 \cdot 300 + 2,65 \cdot 250 + 1,7 \cdot 90 + 2,05 \cdot 120 = \\
 &= 23475 \text{ руб.}
 \end{aligned}$$

Таким образом, на обеспечение техники горюче-смазочными материалами потребуется 23475 рублей.

Величина амортизации A (руб.) используемого оборудования, технических средств определяется, исходя из их стоимости, нормы амортизации и количества дней, в течение которых это оборудование используется, по формуле (29) :

$$A = [(H_a \cdot C_{ст} / 100) / 360] \cdot D_n, \quad (29)$$

где H_a – годовая норма амортизации данного вида, %;

$C_{ст}$ – стоимость ОПФ, руб.;

D_n – количество отработанных дней.

Расчет величины амортизационных отчислений для используемой техники приведен в таблице 16.

Таблица 16 – Расчет величины амортизационных отчислений для используемой техники

Наименование использованной техники	Стоимость, руб.	Кол-во, ед.	Кол-во отработанных дней	Годовая норма амортизации, %	Аморт. отчисления, руб.
Автомобиль высокой проходимости	7000000	1	3	10	5833
Автомобиль скорой мед. помощи	290000	1	3	10	242
Самосвал	2140000	2	3	10	3566
Автокран	2740000	1	3	10	2283
Автопогрузчик	850000	1	3	10	708
Бульдозер	1100000	1	3	10	917
Экскаватор	1850000	1	3	10	1542
Автобус	1200000	1	3	10	1000
ИТОГО					16091

Затраты за использование оборудования и технических средств, необходимых для локализации и ликвидации ЧС на золоотвале ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» составят 16091 рубль.

В результате возникновения ЧС на ООО «Юргинский машзавод» величина санитарных потерь составляет 15 человек.

Суммарные затраты $Z_{\text{л}}$ (руб.) на лечение пострадавших [39] складываются из стационарного и амбулаторного лечения, исходя из стоимости одного койко-дня и продолжительности лечения и рассчитываются по формуле (30):

$$Z_{\text{л}} = \sum C_{\text{к.-д.и}} \cdot D_{\text{н}}, \quad (30)$$

где $C_{\text{к.-д.и}}$ – стоимость одного койко-дня при соответствующем виде лечения, руб;

$D_{\text{н}}$ – продолжительность лечения, дней.

Расчет затрат $Z_{\text{л}}^{\text{т}}$ (руб.) на пребывание пострадавших в терапевтическом отделении рассчитываем по формуле (31) :

$$Z_{\text{л}}^{\text{т}} = C_{\text{к.-д.т.}} \cdot D_{\text{н}} \cdot \text{Ч}_{\text{т}}, \quad (31)$$

где $\text{Ч}_{\text{т}}$ – численность пострадавших, проходящих лечение в терапевтическом отделении.

Подставляем числовые значения в формулу (31), получаем:

$$Z_{\text{л}}^{\text{т}} = 710 \cdot 21 \cdot 5 = 74550 \text{ рублей.}$$

Расчет затрат $Z_{\text{л}}^{\text{а}}$ (руб.) на пребывание пострадавших на амбулаторном лечении проводят по формуле (32):

$$Z_{\text{л}}^{\text{а}} = C_{\text{к.-д.а.}} \cdot D_{\text{н}} \cdot \text{Ч}_{\text{а}}, \quad (32)$$

где $\text{Ч}_{\text{а}}$ – численность пострадавших, проходящих амбулаторное лечение в стационаре.

Подставляем числовые значения в формулу (32), получаем:

$$Z_{\text{л}}^{\text{а}} = 520 \cdot 3 \cdot 10 = 15600 \text{ рублей.}$$

Общие затраты на лечения пострадавших от аварии приведены в таблице 17.

Таблица 17 – Затраты на лечение пострадавших

Вид лечения	Стоимость одного койко-дня, руб.	Средняя продолжительность лечения, дней	Численность пострадавших, чел.	Суммарные затраты, руб.
Амбулаторное	520	3	10	15600
Терапевтическое	710	21	5	74550
ИТОГО				90150

Суммарные затраты на лечение пострадавшего при ЧС персонала предприятия составляют 90150 руб.

4.3 Ущерб земельным ресурсам

Ущерб $B_{отх}$ (руб) нанесённый почвам из-за несанкционированного размещения на территории зоны возможного затопления золы и шлака, а также грунта из тела основной дамбы, определён согласно «Методике расчёта зон затопления РД 09-391-00» [30] по формуле (33):

$$B_{отх} = M_i \cdot H_{\Pi}^{отх} \cdot K \cdot L \cdot K_{\text{э}} + Z_{\text{ф}}, \quad (33)$$

где M_i – масса «размещаемых» отходов производства и потребления i -го класса опасности ($M_i=265,3\text{т}$);

$H_{\Pi}^{отх}$ – норматив платы за размещение отходов производства и потребления в зависимости от класса опасности ($H_{\Pi}^{отх}=10$ руб/т);

K – коэффициент индексации нормативов платы за негативное воздействие на окружающую среду ($K=1,21$);

L – коэффициент, учитывающий удалённость места размещения отходов производства и потребления i -го класса опасности от населённых пунктов(при размещении отходов в границах городов, населённых пунктах, рекреационных зон и водоохраных территорий ($L=5$);

$K_{\text{э}}$ – коэффициент, учитывающий экологические факторы состояния почвы по Западно-Сибирскому экономическому району Российской Федерации ($K_{\text{э}}=1,2$);

Z_{ϕ} – затраты на транспортировку и размещение отходов, руб; этот вид затрат принят из расчёта 350 руб/т.

Все результаты сделанных выше расчетов ущерба земельным ресурсам приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Результаты расчёта ущерба земельным ресурсам

$M_i, \text{т}$	$H_{\text{П}}^{\text{отх}}, \text{руб./т.}$	K	L	$Z_{\phi}, \text{руб./т.}$	$B_{\text{отх}}, \text{руб.}$
265,3	10	1,21	5	350	19611

Ущерб земельным ресурсам составит 19611 руб.

4.4 Показатели воздействия волны прорыва на человека и окружающую среду

Возникновение чрезвычайной ситуации, связанной с гидродинамической аварией на ООО «Юргинский машзавод» влечет за собой ущерб здоровью и жизни людей, окружающей природной среде, потери материальных ценностей и затраты на проведение аварийно-спасательных и восстановительных работ. Последствия аварийной ситуации имеют стоимостное выражение, характеризующее масштаб ЧС и воздействие опасности на людей, окружающую среду, материальные ценности [39].

Экономический ущерб от аварии складывается из затрат на локализацию и ликвидацию последствий аварии, а также возмещения ущерба пострадавшим людям и экономике предприятия.

Оценка последствий аварии рассчитана согласно «Методике определения размера вреда...» (РД 03-626-03) на основании анализа показателей последствий аварии по воздействию волны прорыва на человека и окружающую среду [40].

Показатель силового воздействия волны прорыва на человека Z_N (чел) определяется в зависимости от количества людей, которые постоянно (N_1) или временно (N_2) могут находиться в зоне воздействия волны прорыва, значения

параметров которой равны или превышают критические значения для жизни и здоровья человека рассчитывается по формуле (34):

$$Z_N = N_1 + N_2 + P_q^B, \quad (34)$$

где P_q^B – вероятность пребывания человека в зоне силового воздействия волны прорыва в течении суток; принято рекомендованное РД 09-391-00 для сценариев наиболее тяжёлых аварий значение $P_q^B = 1$.

В зоне возможного затопления днём могут оказаться люди из числа жителей г. Юрги и обслуживающего золоотвал персонала (в период ремонтных работ) общим количеством не более 18 человек. Обходчик внешней трассы золоудаления и золоотвала – 1 чел., бригада ремонтного персонала в составе 6 – 10 чел., специалисты Управления капитального строительства – 2 чел., специалисты Управления экологического контроля – 2 чел.

Оценка возможных потерь (таблица 19) произведена с учётом нормированных процентных соотношений.

Таблица 19 – Оценка возможных потерь

Зона	Кол-во людей в зоне воздействия		Общие потери, Z_N (чел)				Из общего числа потерь							
			днём		ночью		Безвозвратные ($Z_{л1}$)				возвратные ($Z_{л2}$)			
	Д	Н	%	ч.	%	ч.	Д		Н		Д		Н	
							%	ч.	%	ч.	%	ч.	%	ч.
Сценарий № 2														
Сильного воздействия	18	0	13	3	25	0	10	0	20	0	90	3	80	0

Примечание – Д – день, Н – ночь, ч. – человек.

Показатели последствий аварии по воздействию на поверхностный водный объект Z_i^B определены по формуле (35):

$$Z_i^B = C_i^B / C_{\text{ПДС}(i)}, \quad (35)$$

где C_i^B – концентрация i-го загрязняющего вещества, содержащегося в водном объекте, мг/л;

$C_{\text{ПДС}(i)}$ – предельно допустимый сброс i -го загрязняющего вещества.

Суммарный показатель последствий $Z_{\text{П}}^B$ для веществ, для которых $Z_i^B > 1$, рассчитан по формуле (36):

$$Z_{\text{П}}^B = \sum_{i=0}^k Z_i^B, \quad (36)$$

где k – количество суммируемых вредных веществ.

Для проточного водоёма содержание вредного вещества в воде C_i^B (мг/л), рассчитывается по формуле (37):

$$C_i^B = Q_{\text{max}} \cdot C_i + Q_{\text{П}} \wedge C_{\text{Ф}i}^B / Q_{\text{max}} + Q_{\text{П}}, \quad (37)$$

где Q_{max} – максимальный расход излившегося потока, м³/сут.;

$Q_{\text{П}}$ – расход проточного водоёма, м³/сут.

Результаты расчёта параметров и показателей загрязнения поверхностных водных объектов приведены в таблице 20.

Таблица 20 – Расчёт параметров и показателей загрязнения реки в случае развития аварии

Показатели	Значения показателей				
	C_i , мг/л	$C_{\text{Ф}i}$, мг/л	$C_{\text{ПДК}i}$, мг/л	Сценарий № 2	
				C_i^B , мг/л	Z_i^B
Азот аммонийный	0,09	0,31	1,5	0,0902	0,0601
Нитраты	1,99	2,36	45	1,9904	0,0442
Нитриты	0	0	3,3	0	0
Взвешенные вещества	26,5	0	6,667	26,4733	3,9708
Железо	0,72	0	0,3	0,7193	2,3976
ХПК	29,991	43,83	30	30,0049	1,0001
Медь	0	0	-	0	-
Нефтепродукты	0,7	0,5	0,3	0,6998	2,1327
Никель	0	0	0,02	0	0
СПАВ	0,05	0,04	-	0,0499	-
Сульфаты	0	0	500	0	0
Фенолы	0	0	0,001	0	0
Фосфаты	0,19	0,16	3,5	0,1899	0,0543

Продолжение таблицы 20

Хлориды	33,24	90,84	350	33,2981	0,0951
Хром	0	0	-	0	-

Таким образом, по таблице 20 видно, что суммарный показатель последствий для веществ равен:

$$Z_{\Pi}^B = \sum Z_i^B \approx 9,5.$$

Анализ расчётов показывает, что в случае возникновения аварии на ГТС золоотвала ТЭЦ г. Юрги ООО «Юргинский машзавод поверхностные водные объекты будут загрязнены (руч. Берёзовый лог, р. Юргинка, р. Томь).

Поток, излившийся из золоотвала через небольшой отрезок времени попадёт в поверхностный водный объект. В этой связи суммарный показатель последствий аварии на грунтовые воды равен нулю по всем рассмотренным сценариям гидродинамической аварии: $Z_{\Pi}^{GB} = 0$.

Будет нанесён ущерб почвам из-за несанкционированного «размещения» на территории зоны возможного затопления золы и шлака, а также грунта, вымытого из тела основной дамбы. Кроме того, при движении потока по реке Юргинка будут подвержены размыву берега и дно русла.

Площадь земель в зоне возможного затопления по сценарию – разрушение основной дамбы золоотвала в сечении II-II вследствие перелива воды через гребень в период весеннего или ливневого паводка возможной гидродинамической аварии составляет:

$$F_{\text{зат}} = 52,6 \text{ тыс. м}^2.$$

Объём профильтровавшейся с поверхности почвы жидкости, V_{Φ} (м³) определяют по формуле (38):

$$V_{\Phi} = K_{\Phi} \cdot J \cdot F_{\Phi} \cdot T_{\Phi}, \quad (38)$$

где K_{Φ} – коэффициент фильтрации почвенного слоя, м/сутки, определяют по данным изысканий;

J – градиент инфильтрационного потока;

F_{Φ} – площадь фильтрации, м²;

F_3 – площадь затопления при максимальных значениях параметров волны от хранилища до водной преграды (реки, озёра, водоотводящего канала), м^2 ;

$T_{\text{ф}}$ – время фильтрации жидкости, сутки.

Значение $V_{\text{ф}}$ не должно превышать общего объёма V_{max} (где $V_{\text{max}} = 486,1$ тыс. м^3) вытекшей из хранилища жидкости.

Для каждого i -го вредного вещества, содержащегося в жидких отходах, вычисляют концентрацию вредного вещества в почве $C_i^{\text{П}}$ (мг/кг) на площади $F_{\text{ф}}$ по формуле (39):

$$C_i^{\text{П}} = C_i \cdot V_{\text{ф}}/F_{\text{ф}} \cdot M_{\text{П}} \cdot \rho_{\text{д}}^{\text{П}} + C_{\text{фи}}^{\text{П}}, \quad (39)$$

где C_i – концентрация i -го вредного вещества в жидких отходах, мг/л ;

$M_{\text{П}}$ – мощность почвенного слоя, м ;

$\rho_{\text{д}}^{\text{П}}$ – плотность сухого грунтово-почвенного слоя, т/м^3 ;

$C_{\text{фи}}^{\text{П}}$ – фоновая концентрация i -го вредного вещества в почве, мг/кг .

Параметры $M_{\text{П}}$ и $\rho_{\text{д}}^{\text{П}}$ определяют по данным изысканий. При отсутствии конкретных исходных данных ориентировочных оценок использованы следующие значения параметров: $M_{\text{П}} = 0,5 - 1,0$ м ; $\rho_{\text{д}}^{\text{П}} = 1,4 - 1,6$ т/м^3 ; $C_{\text{фи}}^{\text{П}} = 0$.

Полученную концентрацию $C_i^{\text{П}}$ сравнивают с ПДК данного вещества в почве, затем рассчитывают суммарный показатель последствий.

Расчёт параметров и показателей загрязнения почвы в случае возникновения рассматриваемых сценариев развития аварии на ГТС золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» веществами, содержащимися в воде, излившейся из накопителя, приведён в таблице 21.

Таблица 21 – Расчёт параметров и показателей загрязнения почвы

Наименование загрязняющего вещества	C_i , мг/л	$V_{\text{ф}}$, тыс/м^3	$F_{\text{ф}}$, тыс. м^2	$M_{\text{П}}$, м	$\rho_{\text{д}}^{\text{П}}$, т/м^3	$C_{\text{фи}}^{\text{П}}$, мг/кг	$C_i^{\text{П}}$, мг/кг	$\text{ПДК}_i^{\text{П}}$, мг/кг	$Z_i^{\text{П}}$,
Азот аммонийный	0,09	48,6	52,6	0,5	1,5	0	0,1109	-	-
Нитраты	1,99	48,6	52,6	0,5	1,5	0	2,4516	130	0,0189

Продолжение таблицы 21

Нитриты	0	48,6	52,6	0,5	1,5	0	0	-	-
Железо	0,72	48,6	52,6	0,5	1,5	0	0,8869	-	-
Медь	0	48,6	52,6	0,5	1,5	0	0	3	0
Нефтепродукты	0,7	48,6	52,6	0,5	1,5	0	0,6893	0,1	6,893
Никель	0	48,6	52,6	0,5	1,5	0	0	4	0
Сульфаты	0	48,6	52,6	0,5	1,5	0	0	-	-
Фенолы	0	48,6	52,6	0,5	1,5	0	0	-	-
Фосфаты	0,19	48,6	52,6	0,5	1,5	0	0,234	-	-
Хлориды	33,24	48,6	52,6	0,5	1,5	0	40,9497	-	-
Цинк	0	48,6	52,6	0,5	1,5	0	0	23	0
$Z_{\Pi}^{\Pi} = \sum Z_i^{\Pi} =$								6,9	

Суммарный показатель последствий аварии по воздействию на почвы при возникновении аварии принимаем $Z_{\Pi}^{\Pi} = 2$.

Анализ расчётов, приведённых в таблице 20 и 21, показывает, что в случае возникновения рассматриваемой аварии на ГТС золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» почвы территории в пределах зоны возможного затопления будут загрязнены нефтепродуктами, содержащимися в воде, излившейся из накопителя.

4.5 Результаты проведенных в разделе расчетов

Определение размера вероятного вреда, который может быть причинен в результате гидродинамической аварии по рассмотренному сценарию ее возникновения и развития, рассчитывается суммированием всех видов ущербов. Результаты расчетов приведены в таблице 22.

Таблица 22 – Результаты проведенных в разделе расчетов

Виды затрат	Суммарные затраты, руб.
1. Затраты на питание	9950
2. Затраты на оплату труда	86025
3. Затраты на ГСМ	23475
4. Затраты на амортизацию тех. средств	16091
5. Затраты на лечение пострадавших	90150

Продолжение таблицы 22

6. Ущерб земельным ресурсам	19611
ИТОГО	264913

По приведенным расчетам видно, что экономический ущерб от чрезвычайной ситуации составляет:

$$\begin{aligned}
 y^{\text{общ}} &= 9950 + 86025 + 23475 + 16091 + 90150 + 19611 = \\
 &= 264913 \text{ руб.}
 \end{aligned}$$

Анализируя все полученные результаты, приведенные в данном разделе, можно сделать вывод о том, что аварии на золоотвале, ТЭЦ и топливно-энергетических предприятиях влекут за собой большой материальный ущерб и приводят к значительным затратам при ликвидации последствий аварии и восстановлении производства, а также ведут к серьёзным экологическим последствиям. Фактические потери для народного хозяйства значительно превышают определенный таким образом ущерб, так как в него не включены убытки от простоя предприятия, стоимость проектно-восстановительных работ.

5 Социальная ответственность

5.1 Описание рабочей зоны насосной станции на предмет возникновения вредных и опасных факторов

Объектом исследования данного проекта является насосная станция оборотного водоснабжения гидротехнического сооружения золоотвала оборотной системы гидрозолоудаления ООО «Юргинский машзавод». Насосная станция осветленной воды, расположена на территории золошлакоотвала на северо-западной окраине г. Юрги, в 2-х километрах северо-восточнее от площадки ТЭЦ предприятия и предназначена для возврата осветленной воды с золоотвала в главный корпус котельного цеха для повторного использования в системе ГЗШУ и технических нужд.

Забор воды осуществляется из бассейна осветленной воды по двум водоводам. Они ограждены решеткой с ячейкой 80х80 мм для предотвращения попадания в насосы осветленной воды посторонних предметов. В бассейн вода попадает из отстойного пруда золошлакоотвала через три сливных колодца. Насосная станция построена из сборных железобетонных конструкций с полуподземной частью. В помещении насосной станции установлены три насоса осветленной воды (НОВ) марки Д 500/65 производительностью 500 м³ в час и работают по очереди. А также установлен один дренажный насос СВД-80/9 производительностью 80 м³ в час. Полы бетонные, с упрочненным верхним слоем. Имеется защитная камера, оборудованная системой освещения и вытяжной вентиляцией, алюминиевые радиаторы отопления.

Производительность одного НОВ обеспечивает нормальную работу системы гидрозолоудаления при максимальной загрузке ТЭЦ. Система оборотного водоснабжения оборудована двумя трубопроводами осветленной воды диаметром 300 мм. Длина трубопроводов ОВ равна 2500 м. Проложены

они параллельно золошлакопроводам и аналогично им для предотвращения перемораживания, на трубопроводы ОВ нанесена изоляция.

Для слива воды из трубопроводов ОВ при выводе их в ремонт или резерв имеются дренажи у транссибирской железнодорожной магистрали.

Для контроля за работой НОВ установлены манометры на коллекторе нагнетания в помещении СОВ и перед насосами на отметке «О» II очереди.

На щитах управления в помещении СОВ, для контроля за нагрузкой электрических двигателей работающих НОВ, установлены амперметры.

Для поддержания положительной температуры в помещении СОВ установлены электрические печи и калориферы, контроль за температурой ведется по термометру.

Вдоль правого борта золошлакоотвала проложена нагорная канава для пропуска дождевых и талых вод. Золошлакоотвал оборудован сливным колодцем, работающим как аварийный водосброс с отводом воды в нижний бьеф. Для контроля за фильтрацией воды через тело дамбы имеются смотровые колодцы в количестве 3 шт.

5.2 Анализ выявленных вредных факторов производственной среды

Классификация опасных вредных факторов дана в основополагающем стандарте ГОСТ 12.0.003-84 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [42].

Рассмотрим все вредные факторы, которые имеют место при работе насосной станции:

- метеоусловия производственной среды. Согласно ГОСТ 12.1.005-88 предусмотрены следующие нормы создания рациональных метеорологических условий в холодный период года: температура $t^{\circ} = 16 - 18^{\circ}\text{C}$, относительная влажность $W = 40 - 60 \%$, скорость движения воздуха $V_{\text{в}} = 0,3 \text{ м/с}$ [43]. Рабочее место обходчика трассы в холодный период года относится к третьему классу условий труда [44]. Температура воздуха на насосной станции составляет

12 – 13 °С. Для обеспечения микроклимата в холодный период времени участок насосной станции отапливается. Система отопления должна обеспечивать равномерный нагрев воздуха в помещении, возможность местного регулирования и выключения, удобство эксплуатации, а также доступ для ремонта. Входные двери должны иметь исправные механические приспособления для принудительного закрывания. Для работающего персонала должна быть обеспечена защита от возможного переохлаждения. К таким мерам следует отнести: помещение для отдыха и обогрева, выдача спецодежды и других средств индивидуальной защиты, регламентация времени работ;

- воздействие шума и вибраций. Шум и вибрация при работе возникает вследствие работы техники, при работе вентиляционной системы. Основным нормативным документом по защите от шума является ГОСТ 12.1.00383* ССБТ «Шум. Общие требования безопасности» [45]. Параметры вибрации нормирует ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ «Вибрация. Общие требования безопасности» [46]. Шум от насосного оборудования – это распространенный вид неблагоприятного экологического воздействия на организм человека. В настоящее время доказано, что шум – это общебиологический раздражитель, то есть он оказывает воздействие не только на орган слуха, но и на весь организм в целом. В первую очередь влияние шума сказывается на структурах головного мозга, что вызывает неблагоприятные изменения в функциях различных органов и систем [47]. Таким образом, действие шума можно разделить на специфическое и неспецифическое. Специфическое действие шума проявляется в изменениях, которые наступают в слуховом анализаторе, а неспецифическое – в изменениях, возникающих в других органах и системах человека [48]. У работников, работающих на шумном производствах, в первые годы проявляются неспецифические симптомы, характеризующие реакцию центральной нервной системы на действие шума: они жалуются на головную боль, повышенную утомляемость, шум в ушах и т. д. Для профилактической

работы по обеспечению безопасных условий труда по шумовому фактору служит аудиометрический контроль (аудиометрия) работающих, проводимый для оценки состояния органов слуха. Производственный шум затрудняет прием и передачу информации, что приводит к снижению эффективности и безопасности труда. Высокий уровень шума мешает, в частности, услышать сигнал опасности. Согласно ГОСТ, для рабочих мест в помещениях для размещения шумных агрегатов, допустимые уровни звукового давления не должны превышать 91 дБ. На рассматриваемой насосной станции отмечается высокий уровень шума и вибрации. Источниками интенсивного шума, уровень которого может достигать 95 – 117 дБ, являются электродвигатели насосов и агрегаты золошлакоудаления. Средства защиты от шума подразделяют на средства коллективной и индивидуальной защиты. Меры относительно снижения шума следует предусматривать на стадии проектирования промышленных объектов и оборудования. Особое внимание следует обращать на вынос шумного оборудования в отдельное помещение. Снижение шума можно достичь только путем обезшумливания всего оборудования с высоким уровнем шума. Большое значение имеет рациональная организация режима труда и отдыха, проведение отдыха в малозагрожденных помещениях.

- освещение. Организация рационального освещения рабочего места является одним из основных вопросов охраны труда. При неудовлетворительном освещении зрительная способность снижается, и могут появляться близорукость, резь в глазах, катаракта, головные боли. Разряд зрительных работ в помещении насосной станции для обслуживающего персонала IV (средней точности) – наблюдение за аппаратурой и приборами [49]. В помещении в дневное время применяется совмещенное освещение, а в темное время суток – искусственное освещение. Естественное боковое одностороннее освещение осуществляется через оконные проемы в наружной стене. Искусственное освещение является общим, с равномерным расположением светильников. Освещение должно быть достаточным для безопасности выполняемых работ [50]. На участке присутствует

комбинированное освещение люминесцентными лампами и лампами накаливания. Нормы искусственной освещенности регламентируются согласно СНиП 23-05-95 [51].

5.3 Расчет общего искусственного освещения помещения насосной станции

Питание сети рабочего освещения предусматривается от осветительного щитка типа ЩОА-9, установленного у двери. Рабочее помещение имеет естественное и искусственное освещение, выполненное с учетом СНиП 23-05-95. Управление освещением производится выключателями со щитка освещения. Светильники с люминесцентными лампами пылеводозащищенными типа ЛСП16-2х40.

Расчёт искусственного освещения производим методом коэффициента использования светового потока [53]. Чтобы световой поток равномерно и с нужной освещённостью распределялся по всей площади помещения необходимо правильно рассчитать количество светильников, их расположение и мощность.

Исходные данные для расчёта освещённости в помещении насосной станции:

- длина помещения В (м) равна 24 м;
- ширина помещения А (м) равна 8 м;
- высота помещения Н (м) равна 4 м.

Определяем площадь освещаемой поверхности S (м²) по формуле (40):

$$S = B \cdot A = 24 \cdot 8 = 192 \text{ м}^2. \quad (40)$$

Высота подвеса H_c (м) светильника над рабочей поверхностью рассчитывается по формуле (41):

$$H_c = H - h_c - h_p, \quad (41)$$

где h_c – расстояние от потолка до нижней кромки светильника, равно 0,5 м;

h_p – высота рабочей поверхности от пола, равна 0,8 м.

Подставляем числовые значения в формулу (41), получаем:

$$H_c = 4 - 0,5 - 0,8 = 2,7 \text{ м.}$$

Расстояние между светильниками рассчитывается по формуле (42):

$$L = H_c \cdot m, \quad (42)$$

где m – коэффициент наивыгоднейшего светотехнического значения для выбранного типа светильника ($m = L / H_c$), равен 1,1 [54].

Подставляем значение в формулу (42) получаем:

$$L = 2,7 \cdot 1,1 = 3 \text{ м.}$$

Расстояние светильников от стен при наличии проходов у стен рассчитываем по формуле (43):

$$L_1 = L / 2 = 3 / 2 = 1,5 \text{ м.} \quad (43)$$

Количество светильников в одном ряду по длине рассчитываем по формуле (44):

$$N_d = \frac{B - H_c}{H_c} + 1 = \frac{24 - 2,7}{2,7} + 1 \approx 8. \quad (44)$$

Количество светильников в одном ряду по ширине рассчитываем по формуле (45):

$$N_{ш} = \frac{A - H_c}{H_c} + 1 = \frac{8 - 2,7}{2,7} + 1 \approx 3. \quad (45)$$

Общее количество светильников рассчитывается по формуле (46):

$$N = N_{дл} \cdot N_{ш} = 8 \cdot 3 = 24. \quad (46)$$

Световой поток одного источника света насосной станции рассчитывается по формуле (47):

$$\Phi = \frac{E_n \cdot Z \cdot S_n \cdot K}{N \cdot \eta}, \quad (47)$$

где E_n – нормированная освещённость $E_n = 200$ лк [51];

S_n – площадь помещения, м^2 ;

Z – коэффициент неравномерности освещения равен отношению средней освещенности к минимальной (для люминесцентных ламп выбирается равным 1,1);

K – коэффициент запаса, учитывающий уменьшение светового потока лампы в результате загрязнения светильников в процессе эксплуатации (для

помещения с малым выделением пыли, дыма и копоти принимаем коэффициент $k = 1,5$);

η – коэффициент использования излучаемого светильниками светового потока на расчётной плоскости, определяют η по справочным данным в зависимости от типа светильника, коэффициента отражения пола, стен, индекса помещения.

Вычислим индекс помещения по формуле (48):

$$i = \frac{A \cdot B}{H_c \cdot (A+B)} = \frac{8 \cdot 24}{2,7 \cdot (8+24)} = 2. \quad (48)$$

Зная индекс помещения, определяем коэффициент использования светового потока для помещения насосной станции, $\eta = 0,6$.

Выбираем мощность лампы 250 Вт.

Определяем мощность системы общего освещения по формуле (49):

$$P = N \cdot P_1 = 24 \cdot 250 = 6000 \text{ Вт} = 6 \text{ кВт}. \quad (49)$$

Подставим все значения в формулу (50) получаем:

$$\Phi = \frac{200 \cdot 1,1 \cdot 192 \cdot 1,5}{24 \cdot 0,6} = 4400 \text{ лм}. \quad (50)$$

Для освещения выбираем люминесцентные лампы типа ЛСП16-2х40, световой поток которых равен $\Phi = 4400$ лм.

Количество ламп равно 24 штуки, допускается расположение их в два ряда. Схема размещения ламп приведена на рисунке 1.

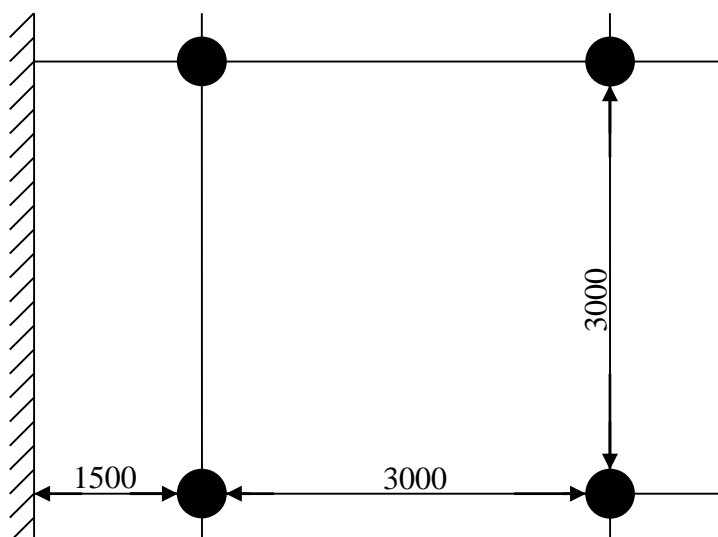


Рисунок 1 – Схема размещения ламп

Таким образом, в помещении насосной станции применяется система освещения общая равномерная с использованием ламп ЛСП16-2х40, световой поток равен 4400 лм.

Кроме рабочего освещения, обеспечивающего нормальные условия труда, предусматривается аварийное освещение, необходимое для эвакуации и работ по остановке производственного процесса.

Для улучшения производственного освещения помещения насосной станции были проведены следующие мероприятия:

- осуществлено равномерное распределение яркости на рабочей поверхности и окружающих предметах
- в светильниках используются газоразрядные люминесцентные лампы по спектральному составу наиболее близкие к естественному солнечному свету;
- чистка светильников производится 1 раз в квартал;
- каждый год осуществляется проверка уровня освещенности на рабочих местах.

5.4 Анализ выявленных опасных факторов производственной среды

При работе на участке насосной станции широко используется электрическая энергия (220 и 380 Вольт), что влечёт за собой риск поражения электрическим током и приводит к необходимости уделять внимание борьбе с электрическим травматизмом.

Для обеспечения безопасности обслуживающего персонала нормальной в электрических установках 380/220 Вольт предусматривается защитное заземление. Защитному заземлению подлежат металлические конструкции, которые могут оказаться под напряжением. В качестве сети заземления внутри зданий используются стальные трубы, электропроводка, нулевые провода силовой и осветительной сети.

При работе с насосами следует руководствоваться следующими нормативными документами общего назначения:

- соответствующие государственные стандарты (ГОСТы);
- «Правила устройства электроустановок»;
- «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей»;
- «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

Электробезопасность должна обеспечиваться выполнением требований к конструкции и устройству электрооборудования установки, установленных в стандартах ССБТ, а также техническими способами и средствами защиты.

Для обеспечения безопасности работы с оборудованием необходимо выполнять следующие требования [55]:

- перед включением проверить исправность заземления;
- в электроопасных местах установки должны присутствовать предупреждающие надписи, перед проведением ремонтных и наладочных работ необходимо обесточить оборудование;
- при проведении наладочных работ необходимо использовать инструмент с изолирующими рукоятками.

Участок установки насоса должен быть оснащен устройствами отключения электропитания при аварии, а также во время монтажа и техобслуживания.

Способ отключения должен быть четко разъяснен производственному и обслуживающему персоналу.

Электрооборудование должно быть защищено:

- от самопроизвольного включения привода при восстановлении прерванной подачи электроэнергии;
- от перегрузок и короткого замыкания автоматическими выключателями и тепловыми реле магнитных пускателей или любым другим способом, обеспечивающим необходимую защиту.

5.5 Технические мероприятия, направленные на защиту работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов

Учитывая возможность возникновения проблем, связанных с технологическим процессом, а именно наличие сухой золы, разработка технологических и конструктивных решений по складированию золошлаков велась из условия максимальной автоматизации процесса.

Ожидаемое содержание пыли в воздухе рабочей зоны будет ниже ПДК. Защита персонала от вредного воздействия пыли производится применением пневмоудаления, автоматизацией процесса с дистанционным управлением, аспирацией воздуха на установках и влажной уборкой помещений.

Пыления золы при ее транспортировке в автосамосвалах в золоотвал не ожидается. На золоотвал зола поступает в увлажненном состоянии. Увлажнение золы производится на ТЭЦ при ее отгрузке.

По характеру трудовой процесс относится к безопасным условиям труда с допустимыми условиями.

Аварийная остановка производства осуществляется:

- при отключении силовой электроэнергии, прекращении подачи воды;
- при нарушении герметичности труб и их соединений с технологическим оборудованием;
- при создании условий, в которых дальнейшая работа угрожает жизни и здоровью обслуживающего персонала.

Все аппараты систем пневмозолоудаления под давлением, насосно-компрессорные установки, коммуникации, оборудование, аппаратура, предохранительные устройства, контрольно-измерительные приборы, средства автоматики и блокировки эксплуатируются с соблюдением правил Госгортехнадзора и специальных правил и норм.

Рассматриваемый технологический процесс не использует ядовитые вещества, из вредных веществ, способных оказывать воздействие на организм человека – зола.

5.6 Правила техники безопасности при обслуживании системы гидрозолоудаления, золошлакоотвала, системы оборотного водоснабжения

При эксплуатации внешних устройств гидрозолошлакоудаления оперативный персонал должен знать и выполнять «Правила техники безопасности при обслуживании теплосилового оборудования электростанций» [56].

Запрещается хождение по свеженамытому золошлаковому полю, а по обезвоженному запрещается ходить в одиночку.

При крайней необходимости разрешается ходить по золошлаковому полю только в сопровождении второго лица. Прочность поверхности поля по пути следования должна проверяться идущим впереди с помощью шеста.

Запрещается проход по золошлакопроводам и трубопроводам осветленной воды.

Запрещается пить осветленную воду из золошлакоотвала.

При пользовании лодкой или плотом (при промерах глубин основного пруда и т. д.) необходимо иметь спасательные средства и уметь пользоваться ими.

При сильном ветре (свыше 9,8 м/сек) и волне свыше 0,35 м на отстойном пруду работы по промеру глубин, установке шандор на водосбросах и другой работы, связанные с применением лодки и плотов, запрещаются.

Запрещается после прекращения работ оставлять на ночь машины и механизмы на золошлаковом поле.

При производстве работ в ночное время на золошлакоотвале, рабочая зона и проходы (проезды) должны быть освещены.

Границы золошлакоотвала должны быть отмечены предупредительными знаками: «Стоять – опасная зона».

Посторонним лицам ходить на участке внешнего ГЗУ и золошлакоотвалов запрещается.

Помещение СОВ должно запирается на замок и ставиться на сигнализацию.

5.7 Безопасность при эксплуатации золошлакоотвала

Наблюдение за правильностью, заполнения емкостей золошлакоотвала, состоянием его сооружений осуществляется обходчиком трассы ГЗШУ и золоотвала.

Для равномерного заполнения емкостей золошлакоотвала место сброса пульпы должно переноситься по мере заполнения данного участка золошлакоотвала на незаполненные участки. Перенос сброса пульпы должен осуществляться наращиванием золошлакопроводов и чередованием мест сброса пульпы из золошлакопроводов.

Запрещается сброс пульпы:

- вблизи рабочих водоотводящих сооружений (рабочих колодцев, колодца аварийного сброса);

- на аварийных участках золошлакоотвала, где обнаружено появление крупных промоин или трещин на внутреннем или наружном откосе дамбы, оползание откоса и др.

Запрещается использовать золошлакоотвал под свалку мусора и для сброса вод, содержащих токсичные вещества.

Для контроля за заполнением золошлакоотвала и обеспечения качественного осветления пульпы, должна производиться один раз в год нивелировка поверхности золошлаковых отложений и промеры глубин отстойного пруда. По результатам промеров должна намечаться схема летнего и зимнего складирования золошлаков.

В зимнее время сброс золошлаковой пульпы должен производиться сосредоточенно под лед при максимально поднятом уровне отстойного пруда.

Для предупреждения замыва (заноса) пульпой льда и снега в зимнее время запрещается переключать пульповыпуска.

Для обеспечения качественной очистки осветленной воды, отстойный пруд должен иметь емкость достаточную для полного гашения скорости поступающей в него золошлаковой пульпы.

Минимальный уровень воды в отстойнике должен обеспечить высокое качество отстоя, глубина пруда у колодцев рабочего слива при этом должна быть не менее 1 м. Максимальный уровень воды в отстойнике не должен вызывать обводнения внешнего откоса дамб. Предельный уровень намыва золошлака должен быть ниже гребня дамб не меньше, чем на 0,5 м.

Во избежание размыва дамб в зоне пульпо-выпусков сброс пульпы из трубы должен находиться на расстоянии не менее 10 м от подошвы внутреннего откоса дамбы. Высота падения пульпы не должна превышать 3 м.

Запрещается использовать в качестве шандор для водоотводящих сооружений доски. Шандоры изготавливаются из железобетона.

Мостики для обслуживания водосливных сооружений должны быть оборудованы перильными ограждениями высотой не менее 1 м и находиться в исправном состоянии. В случае образования на них льда, обходчик ГЗШУ немедленно устраняет его.

При наблюдении за состоянием ограждающих дамб; следует обращать внимание на:

- состояние трещин в теле дамб;
- появление трещин в теле дамб;
- осадки и просадки в основании и теле дамб.

Состояние ограждающих дамб должно осуществляться визуально и, при необходимости, с помощью инструментальных наблюдений.

При наблюдении за фильтрацией в теле дамб следует обратить особое внимание на:

- выход фильтрационного потока на наружный откос;
- вынос грунта из основания или тела дамб;
- состояние заболоченности на низменных участках окрестностей золошлакоотвала.

При появлении трещин на откосах и гребне дамб или увеличении размеров трещин, появлении выходов фильтрационного потока на сухом наружном откосе или увеличении расхода фильтрационного потока, состояние дамб считается аварийным.

Контроль за состоянием ограждающих дамб должен производиться в рабочие дни недели, а в паводковые периоды и при аварийном состоянии - ежедневно или круглосуточно (уточняет администрация).

В оперативном журнале старших машинистов котельного оборудования регистрируются результаты осмотра сооружений, произведенные переключения пульповыпусков и водосбросных колодцев.

В данном разделе рассмотрена организация безопасности жизнедеятельности человека на участке насосной станции. Определены предельно-допустимые и технико-нормативные значения параметров микроклимата в рабочей зоне производственных помещений, техника безопасности на рабочем месте. Произведён расчёт искусственного освещения для качественной работы и обеспечения безопасности работающего персонала. Также рассмотрены правила техники безопасности при обслуживании системы ГЗУ, золошлакоотвала, системы оборотного водоснабжения, правила безопасности при эксплуатации золошлакоотвала.

Все параметры соответствуют нормам.

Заключение

Таким образом, на рассматриваемом золоотвале наибольшую потенциальную опасность представляет гидродинамическая авария, связанная с распространением с большой скоростью воды и создающая угрозу возникновения чрезвычайной техногенной ситуации. Гидродинамическая авария начинается с образования пионерного прорана, что может быть вызвано различными видами опасных повреждений и деформаций гидротехнических сооружений и их конструктивных элементов.

В результате проделанной работы и расчетов можно сделать следующие выводы:

- на основании литературных источников выявлены возможные источники опасности для ГТС, которые могут привести к гидродинамической аварии.

- в результате проведенных расчетов выявлено, что наиболее опасной аварийной ситуацией на ГТС золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» является разрушение (прорана) основной дамбы золоотвала в сечении II-II вследствие перелива воды через гребень в период весеннего или ливневого паводка.

- рассчитано, что уровень безопасности ГТС золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» оценивается как пониженный.

- рассчитано, что при разрушении основной дамбы вследствие перелива воды через гребень в период весеннего или ливневого паводка площадь возможного затопления будет равна 53 тыс. м², количество пострадавших – 15 человек.

- на ликвидацию аварии будет затрачено 264913 руб.

Все поставленные задачи решены в полном объеме, цель достигнута – оценить риск и рассчитать последствия аварии на гидротехническом сооружении золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод».

Список используемых источников

1. Арнольд В.И. Теория катастроф. – М.: Наука, 1990.
2. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов / С.В.Белов, А.Ф. Козьяков, А.В. Ильницкая. Исправ. и допол. – М.: Высш. шк.; 2006.
3. Потенциально опасные объекты. Оценка источников техногенной опасности [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.auto-edu.ru>. Дата обращения 18.03.2019 г.
4. Библиотека диссертаций [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.dslib.net/sys-analiz/intellektualnaja-informacionnaja-podderzhka-prinjatija-reshenij-v-processe-razrabotki.html>. Дата обращения 23.03.2019 г.
5. Шестов, Г. Е. Общие принципы определения предельных значений некоторых критериев безопасности СГТС / Г. Е. Шестов, И. В. Власова, Г. В. Мельник // Гидротехника. – 2013. - № 4.
6. https://otherreferats.allbest.ru/life/00116564_0.html
7. Памятка по гражданской обороне и чрезвычайной ситуации [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fs.nashaucheba.ru/>. Дата обращения 10.04.2019 г.
8. Потенциально опасные объекты. Оценка источников техногенной опасности [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.auto-edu.ru>. Дата обращения 11.03.2019 г.
9. Юрченко И.Ф., Носов А.К. О критериях и методах контроля безопасности гидротехнических сооружений мелиоративного водохозяйственного комплекса [Электронный ресурс] / Пути повышения эффективности орошаемого земледелия – электронный научный журнал. – 2014. - №53. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22509925>. Дата обращения: 18.04.2019 г.

10. Состояние гидротехнических сооружений Российской Федерации [Электронный ресурс] / Учебник по БЖД – файловый архив студентов. Дата обращения 12.04.2019 г.
11. РД 03-616-03. Методические рекомендации по осуществлению идентификации опасных производственных объектов. – Серия 03. – № 41. – М: Гос. унитарное предприятие «НТЦ по безопасности в промышленности Ростехнадзора России». 2003. – TSSN 5-93586-287-5. – 36 с.
12. СНиП II-П Строительство в сейсмических районах. – М.:ГП ЦПП, 1996. Изменения №5 к СНиП II.7 – 81/ Утв. Постановлением Госстроя России от 27.12.1999 № 91
13. Состояние гидротехнических сооружений Российской Федерации [Электронный ресурс] / Учебник по БЖД – файловый архив студентов. Дата обращения 15.04.2019 г.
14. СП 58.13330.2012 Гидротехнические сооружения. Основные положения.
15. Свод правил СП 39.13330.2012 "СНиП 2.06.05-84* Плотины из грунтовых материалов" (утв. приказом Министерства регионального развития РФ от 29 декабря 2011 г. N 635/18).
16. Отчёт по инженерно-геологическим и инженерно-геофизическим работам. ТЭЦ ООО «Юрмаш» Золошлакоотвал №1. Укрепление восточной дамбы. Рабочая документация.
17. Протокол №9 5/3 от 7.06.2004 биотестирования отходов – золошлаковые отходы ООО «ПО «Юрмаш».
18. Насосные станции. Курсовое проектирование/ Э.В.Залуцкий, А.И. Петрухно /К.:Высш.шк. Головное изд-во 1987. – 184 с.
19. Беликов С.Е. Котлы тепловых электростанций и защита атмосферы / С.Е. Беликов, В.Р. Котлер. – М.: Деловой экспресс, 2012. – 78 с.
20. Инструкция № К-32 по эксплуатации системы системы гидрозолоудаления, золошлакоотвала и системы оборотного водоснабжения.
21. Инструкция № К-11 по обслуживанию багерной насосной станции.

22. Каганов, Г. М. Обследование гидротехнических сооружений при оценке их безопасности / Г. М. Каганов, В. И. Волков, О. Н. Черных. – М.: МГУП, 2001. – 60 с
23. Елфимов В.И., Калмыков А.А. Разработка принципов построения комплексной системы оперативного мониторинга водных объектов и гидротехнических сооружений [Электронный ресурс] / Записки Горного института – электронный научный журнал. – 2005. – №230. Дата обращения 18.03.2019 г.
24. Тепловые электрические станции. Буров В.Д. и др. под ред. В. М. Лавыгина, А. С. Седлова, С. В. Цанева. – 3-е изд., стереотип. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2009. – 466 с.
25. Керцелли Л. Тепловые электрические станции /Л.Керцелли, В. Рыжкин. – М.: Деловой экспресс, 1956. – 305 с. Дата обращения 10.04.2019 г.
26. РД 34.27.501-91. Типовая инструкция по эксплуатации гидрозолоудаления тепловых электростанций
27. Цанев С. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций / С. Цанев, В. Буров, А.Ремезов. – М.: МЭИ, 2000. – 413 с.
28. Методика определения размера вреда, который может быть причинён жизни, здоровью физических лиц, имуществу в результате аварий гидротехнических сооружений предприятий топливно – энергетического комплекса 29.12.2003г № 776/508.
29. Методические рекомендации по расчету развития гидродинамических аварий на накопителях жидких промышленных отходов.
30. РД 09-391-00 Методика расчёта зон затопления при гидродинамических авариях на хранилищах производственных отходов химических предприятий.
31. ГОСТ Р 22.2.09-2015 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Экспертная оценка уровня безопасности и риска аварий гидротехнических сооружений.

32. Методические рекомендации по оценке риска аварий гидротехнических сооружений водохранилищ и накопителей промышленных отходов.

33. Аварии на объекте [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://allbest.ru>. Дата обращения 15.04.2019 г.

34. Городская ТЭЦ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://bukvi.ru/>. Дата обращения 19.04.2019 г.

35. Методические рекомендации по первоочередному обеспечению пострадавших и участников АСДНР.

36. О создании локальных систем оповещения в районах размещения потенциально опасных объектов: Постановление Совета Министров – Правительства Российской Федерации от 01.03.1993 №178 // Собрание законодательства РФ. – 1993.

37. Методические рекомендации по первоочередному обеспечению пострадавших и участников АСДНР.

38. ГОСТ Р 3112194-0366-03 Нормы расхода топлива и смазочных материалов на автомобильном транспорте. Общие требования. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 11 с.

39. Расчет затрат на организацию стационарного и амбулаторного лечения пострадавших [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.pandia.org/>. Дата обращения 22.04.2019 г.

40. РД 03-626-03. Методика определения размера вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии гидротехнического сооружения.

41. Оценка экономического ущерба при возникновении чрезвычайной ситуации на газоперерабатывающем предприятии [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.refbzd.ru/viewreferat-2260-21.html>. Дата обращения 29.04.2019 г.

42. ГОСТ 12.0.003-84 Опасные и вредные производственные факторы.

43. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
44. О специальной оценке условий труда: Федеральный закон от 01.05.2016 № 426 – ФЗ.
45. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ Шум. Общие требования безопасности. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1984. – 37 с.
46. ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. Вибрация. Общие требования безопасности. – М.: Стандартинформ, 2006. – 31 с.
47. Влияние шума на организм человека [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.zazdorovye.ru>. Дата обращения 30.04.2019 г.
48. Производственный шум [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.grandars.ru/>. Дата обращения 01.05.2019 г.
49. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение.
50. Организация освещения рабочего места [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.svetpro.ru>. Дата обращения 03.05.2019 г.
51. Нормы искусственной освещенности СНиП 23-05-95.
52. ГОСТ 13822-74 Светильники. Виды освещения. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1986. – 28 с.
53. СНиП II-4-79. Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования. – М.: Стройиздат, 1980. – 48 с.
54. Расчет освещения по методу коэффициента использования светового потока. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://malahit-irk.ru/index.php/2011-01-13-09-04-43/202>. Дата обращения 07.05.2019 г.
55. Обеспечение безопасности работы с электрооборудованием [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ohranatrud-ua.ru>. Дата обращения 06.05.2019 г.
56. РД 34.03.201-97 Правила техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей.

Карта местности золоотвала ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» с обозначением вероятной зоны затопления при гидродинамической аварии (масштаб 1:16700)

